COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MARS 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la première méthode de Jacobi pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre;* par **M. J. Bertrand.**

« Considérons une équation aux dérivées partielles du premier ordre sous la forme aujourd'hui classique adoptée par Jacobi

$$(1) \qquad \frac{dV}{dt} + H(t, q_1, q_2, \ldots, q_n, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0,$$

où p_i, suivant la notation de l'illustre géomètre, désigne la dérivée $\frac{dV}{dq_i}$, le système canonique corrélatif étant

$$(2) \qquad \begin{cases} \frac{dq_1}{dt} = \frac{dH}{dp_1}, & \frac{dp_1}{dt} = -\frac{dH}{dq_1}, \\ \frac{dq_2}{dt} = \frac{dH}{dp_2}, & \frac{dp_2}{dt} = -\frac{dH}{dq_2}, \\ \ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots, \\ \frac{dq_n}{dt} = \frac{dH}{dp_n}, & \frac{dp_n}{dt} = -\frac{dH}{dq_n}. \end{cases}$$

» Jacobi a prouvé que toute solution complète de l'équation (1) permet

d'intégrer le système (2) par de simples différentiations, et que, réciproquement, l'intégration du système (2) fournit, par une quadrature, une solution complète de l'équation (1).

» La démonstration de Jacobi et les modifications indispensables, proposées depuis par plusieurs géomètres, laissent ces deux théorèmes indépendants et distincts. Le second, cependant, est une conséquence immédiate du premier, et le lien évident qui les unit montre en même temps les diverses formes qu'il convient d'adopter quand l'énoncé primitif est en défaut.

» Le premier théorème de Jacobi s'énonce de la manière suivante :

» *Soit*

$$V = \varphi(t, q_1, q_2, \ldots, q_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) \tag{3}$$

une solution complète de l'équation (1); *les intégrales du système* (2) *sont représentées par les équations*

$$\left\{\begin{array}{llll} \dfrac{dV}{d\alpha_1} = \beta_1, & \dfrac{dV}{d\alpha_2} = \beta_2, \ldots, & \dfrac{dV}{d\alpha_n} = \beta_n; \\ \dfrac{dV}{dq_1} = p_1, & \dfrac{dV}{dq_2} = p_2, \ldots, & \dfrac{dV}{dq_n} = p_n. \end{array}\right. \tag{4}$$

» La vérification de ce beau théorème, aujourd'hui classique, ne présente aucune difficulté.

» Supposons maintenant que, par un moyen quelconque, on ait intégré complétement le système (2) et exprimé, par suite, $q_1, q_2, \ldots, q_n, p_1, p_2, \ldots, p_n$ en fonction de t et de $2n$ constantes arbitraires; nous allons montrer qu'on peut en déduire une solution complète de (1).

» Soit, en effet,

$$V = \varphi(q_1, q_2, \ldots, q_n, t, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n)$$

une telle solution : les équations (4) forment la solution générale du système (2); et, l'équation $\frac{dV}{dt} = -H$ étant satisfaite identiquement, on a

$$V = \int p_1 dq_1 + p_2 dq_2 + \ldots + p_n dq_n - H dt, \tag{5}$$

où $q_1, q_2, \ldots, q_n$ et t sont considérés comme des variables indépendantes, et $p_1, p_2, \ldots, p_n$ des fonctions de ces variables définies par la seconde ligne des équations (4).

» Ces équations, qui définissent $p_1, p_2, \ldots, p_n$ dans la formule (5), étant une partie seulement des intégrales de (2), si nous posons

$$W = \int_{t_0}^{t} p_1 dq_1 + p_2 dq_2 + \ldots + p_n dq_n - H dt. \tag{6}$$

En considérant cette fois $p_1, p_2, \ldots, p_n, q_1, q_2, \ldots, q_n$ comme des fonctions de t définies par le système (2) et conservant toute la généralité compatible avec cette définition, V et W deviendront évidemment deux formes différentes d'une même fonction, pourvu que dans V on suppose l'intégration faite entre les valeurs des variables correspondant à $t = t_0$, $t = t$ (les valeurs initiales et finales de $q_1, q_2, \ldots, q_n$ restant arbitraires), la seule différence de V et de W étant que les variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$ et t, indépendantes dans V, sont liées dans W par les équations qui forment les intégrales complètes du système (2). V peut être considéré comme l'expression même de W, calculée conformément à la définition, en profitant de la forme particulière des intégrales exprimées par le système (4), comme on aurait évidemment le droit de le faire si ces intégrales nous étaient connues.

» L'équation (5) donne, en désignant par φ l'intégrale indéfinie,

$$(7)\qquad \begin{cases} V = \varphi(q_1, q_2, \ldots, q_n, t, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) \\ \qquad - \varphi(q_1^0, q_2^0, \ldots, t_n^0, t_0, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) = \varphi - \varphi_0, \end{cases}$$

et les formules (6) et (7) sont deux expressions différentes d'une même fonction W de $2n + 1$ variables indépendantes exprimée dans (6) au moyen de t et de $2n$ constantes, et dans (7) au moyen de $3n + 1$ quantités, $t, q_1, q_2, \ldots, q_n, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$, que les équations (4), si elles étaient connues, permettraient de réduire à $2n + 1$.

» La fonction W, sous la forme (7), est une solution complète de (1); elle ne l'est pas sous la forme (6) et ne saurait l'être évidemment, puisque les variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$ n'y figurent pas. Après avoir déduit des intégrales de (2) la fonction W sous la forme (6), il est donc nécessaire de la transformer en faisant usage des équations qui lient $q_1, q_2, \ldots, q_n$ à t et aux constantes pour lui donner, soit la forme (7), soit une autre forme équivalente, satisfaisant aussi à l'équation (1).

» Il n'est pas possible d'obtenir la forme (7) elle-même, puisque les relations qui lient les constantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ à celles qui figurent dans (6) nous sont inconnues; mais, si nous adoptons pour variables dans les deux expressions, $q_1, q_2, \ldots, q_n, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0$ et t, elles deviendront identiques, puisque ces variables sont indépendantes et au nombre de $2n + 1$; or nous allons prouver que l'expression (7), en se transformant ainsi, ne perd pas la propriété de satisfaire à (1), et que, par conséquent, l'expression (6) doit l'acquérir.

» Pour transformer l'expression (7) en fonction des variables indiquées, il faut en effet remplacer les constantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ par leurs valeurs en

fonction de ces variables; or, après cette substitution, $\frac{dV}{dq_i}$ s'exprimera par la même fonction des lettres qui figurent dans son expression actuelle, et il en sera de même de $\frac{dV}{dt}$, en sorte que l'équation (1), identiquement satisfaite, quelles que soient les constantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$, le sera encore malgré leur signification nouvelle.

» On a, en effet, en désignant par $\left(\frac{dV}{dq_i}\right)$ et $\left(\frac{dV}{dt}\right)$ les dérivées prises après que $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ ont été remplacés par leurs valeurs en fonctions des variables nouvelles,

$$\left(\frac{dV}{dq_i}\right) = \frac{dV}{dq_i} + \sum \frac{dV}{d\alpha_k}\frac{d\alpha_k}{dq_i},$$

$$\left(\frac{dV}{dt}\right) = \frac{dV}{dt} + \sum \frac{dV}{d\alpha_k}\frac{d\alpha_k}{dt};$$

or on a, d'après la forme de la fonction V (7),

$$\frac{dV}{d\alpha_k} = \frac{d\varphi}{d\alpha_k} - \frac{d\varphi_0}{d\alpha_k},$$

et, puisque $\frac{d\varphi}{d\alpha_k} = \text{const.}$ est une intégrale du système (2),

$$\frac{dV}{d\alpha_k} = 0.$$

» On en conclut

$$\left(\frac{dV}{dq_i}\right) = \frac{dV}{dq_i},$$

$$\left(\frac{dV}{dt}\right) = \frac{dV}{dt},$$

et les dérivées de la fonction V satisfont, par conséquent, après la transformation, à l'équation (1) qui était satisfaite pour toutes les valeurs des constantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$.

» M. Mayer a fait observer judicieusement que les variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$, $q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0$ prescrites par Jacobi ne peuvent pas toujours être regardées comme indépendantes. Il peut arriver qu'il existe entre elles, en vertu des équations (2), des relations nécessaires. Il peut arriver aussi que le calcul de V donne $V = 0$, et dans ce cas encore, soit qu'il coïncide avec le précédent, soit qu'il se produise indépendamment de lui, la méthode de Jacobi est en défaut. Les explications qui précèdent permettent de la transformer très-simplement pour éviter ces inconvénients.

» Adoptons en effet pour variables

$$q_1, q_2, \ldots, q_n, t, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_k^0, p_{k+1}^0, p_{k+2}^0, \ldots, p_n^0,$$

k étant un nombre arbitraire inférieur à n. Ces variables étant au nombre de $2n+1$, si les équations (2) les laissent indépendantes, elles pourront servir à exprimer les lettres qui figurent dans ces équations et les constantes introduites par l'intégration, parmi lesquelles il faut compter $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$. Les fonctions W et V deviendront donc identiques par l'introduction de ces variables; or on peut transformer la première et prouver que la seconde, augmentée de termes nouveaux que nous allons obtenir, satisfait, après la transformation, à l'équation proposée (1).

» On a en effet, en adoptant encore la notation $\left(\frac{d\mathrm{W}}{dq_i}\right)$ pour désigner la dérivée de W après les transformations,

$$\left(\frac{d\mathrm{V}}{dq_i}\right) = \frac{d\mathrm{V}}{dq_i} + \sum_1^n \frac{d\mathrm{V}}{d\alpha_k}\frac{d\alpha_k}{dq_i} + \sum_{k+1}^n \frac{d\mathrm{V}}{dq^0_{k'}}\frac{dq^0_{k'}}{dq_i},$$

$$\left(\frac{d\mathrm{V}}{dt}\right) = \frac{d\mathrm{V}}{dt} + \sum_1^n \frac{d\mathrm{V}}{d\alpha_k}\frac{d\alpha_k}{dt} + \sum_{k+1}^n \frac{d\mathrm{V}}{dq^k_0}\frac{dq^0_{k'}}{dt};$$

or on a, comme dans le cas précédent et pour les mêmes raisons,

$$\frac{d\mathrm{V}}{d\alpha_k} = 0,$$

$\frac{d\mathrm{V}}{dq^0_{k'}}$ est égal, d'après la définition de V [formule (7)], à $-\frac{df_0}{dq^0_{k'}}$, c'est-à-dire à $-p^0_{k'}$; on a donc

$$\left(\frac{d\mathrm{V}}{dq_i}\right) = \frac{d\mathrm{V}}{dq_i} - p^0_{k+1}\frac{dq_{k+1}}{dq_i} - p^0_{k+2}\frac{dq_{k+2}}{dq_i} - \ldots - p^0_n\frac{dq^0_n}{dq_i},$$

$$\left(\frac{d\mathrm{V}}{dt}\right) = \frac{d\mathrm{V}}{dt} - p^0_{k+1}\frac{dq_{k+1}}{dt} - p^0_{k+2}\frac{dq_{k+2}}{dt} - \ldots - p^0_n\frac{dq^0_n}{dt}.$$

» Si l'on pose, par conséquent,

$$\mathrm{V}' = \mathrm{V} + p^0_{k+1}q^0_{k+1} + p^0_{k+2}q^0_{k+2} + \ldots + p^0_n q^0_n, \tag{11}$$

la fonction V', exprimée en fonction de $q_1, q_2, \ldots, q_n, t, q^0_1, q^0_2, \ldots, q^0_k, p^0_{k+1}, p^0_{k+2}, \ldots, p^0_n$, satisfera à l'équation (1), en y considérant, bien entendu, $q^0_1, q^0_2, \ldots, q^0_n, p^0_{k+1}, p^0_{k+2}, \ldots, p^0_n$ comme des constantes arbitraires.

» Si l'on suppose $k = n$, on obtient la règle donnée par M. Mayer. Les variables adoptées, comme l'a montré très-aisément le savant géomètre, sont toujours indépendantes. Lorsqu'il existe entre $q_1, q_2, \ldots, q_n, t, q^0_1, q^0_2, \ldots, q^0_n$, $n-k$ relations distinctes, la règle trouvée est équivalente à celle qu'a proposée M. Darboux, mais elle me semble plus simple et plus simplement démontrée.

» Nous appliquerons les résultats obtenus à deux exemples simples.

» Considérons l'équation

$$\frac{dV}{dt} + \frac{p_1 p_2}{p_1 + p_2} = 0. \tag{12}$$

Le système (2) devient

$$\begin{cases} \dfrac{dq_1}{dt} = \dfrac{p_2^2}{(p_1+p_2)^2}, & \dfrac{dp_1}{dt} = 0, \\ \dfrac{dq_2}{dt} = \dfrac{p_1^2}{(p_1+p_2)^2}, & \dfrac{dp_2}{dt} = 0; \end{cases} \tag{13}$$

il a pour intégrales

$$\begin{cases} p_1 = \alpha_1, \quad p_2 = \alpha_2, \\ q_1 = \left(\dfrac{\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2}\right)^2 t + q_1^0, \\ q_2 = \left(\dfrac{\alpha_1}{\alpha_1+\alpha_2}\right)^2 t + q_2^0. \end{cases} \tag{14}$$

On en conclut

$$\sqrt{t} + \sqrt{q_1 - q_1^0} + \sqrt{q_2 - q_2^0} = 0; \tag{15}$$

q_1, q_2, q_1^0, q_2^0 et t ne peuvent donc pas être pris pour variables indépendantes.

» En calculant l'expression (6), on trouve aisément $W = 0$, et l'expression V', formule (11), en y supposant $k = 2$, se réduit à

$$V' = p_1^0 q_1^0 + p_2^0 q_2^0,$$

c'est-à-dire, d'après les équations (14),

$$V' = p_1^0 q_1 + p_2^0 q_2 - t\frac{p_1^0 p_2^0}{p_1^0 + p_2^0}, \tag{16}$$

qui est une solution complète de (12).

» Considérons en second lieu l'équation

$$\frac{dV}{dt} - \frac{q_1 p_1}{t} + \frac{1}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2)^2 = 0; \tag{18}$$

les équations (2) deviennent

$$\begin{cases} \dfrac{dq_1}{dt} = -\dfrac{q_1}{t} + \dfrac{2q_1}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2), & \dfrac{dp_1}{dt} = \dfrac{p_1}{t} - \dfrac{2p_1}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2), \\ \dfrac{dq_2}{dt} = -\dfrac{2q_2}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2), & \dfrac{dp_2}{dt} = \dfrac{2p_2}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2); \end{cases} \tag{19}$$

elles ont pour intégrales, en nommant q_1^0, q_2^0, p_1^0, p_2^0 les valeurs des incon-

nues relatives à $k = 1$,

$$(20)\quad \begin{cases} q_1 = q_1^0\, t^{2(q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0) - 1}, \\ q_2 = q_2^0\, t^{-2(q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0)}, \\ p_1 = p_1^0\, t^{1-2(q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0)}, \\ p_2 = p_2^0\, t^{2(q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0)}. \end{cases}$$

» On en déduit

$$W = (q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0)\, lt,$$

mais la règle de Jacobi est en défaut, parce que l'on a

$$q_1 q_2 t = q_1^0 q_2^0.$$

» Il est facile d'effectuer les calculs en introduisant dans la formule (11) l'hypothèse $k = 1$; la seconde des équations (20) donne

$$q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0 = \tfrac{1}{2} + \frac{l\frac{q_1}{q_1^0}}{2lt}$$

et par suite

$$W = \left(\frac{1}{2} + \frac{lq_1 - lq_1^0}{2lt}\right)^2 lt.$$

» On en conclut

$$V' = W + p_1^0 q_1^0 = \left(\frac{1}{2} + \frac{lq_1 - lq_1^0}{2lt}\right)^2 lt + \frac{p_1^0 q_1 q_1 t}{q_1^0},$$

qui est une solution complète de l'équation (18). »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la limite inférieure que l'on doit attribuer à l'admission dans une machine à vapeur.* Note de M. **H. Resal.**

« Il y a vingt et quelques années, un ingénieur des plus distingués émit l'idée que l'on devait réaliser de notables économies en réduisant de beaucoup la limite minimum de l'admission telle qu'elle avait été établie par ses prédécesseurs. La plupart des constructeurs acceptèrent immédiatement cette idée.

» Cependant, depuis quelque temps, des divergences d'opinions se sont manifestées parmi les intéressés et généralement on en est presque revenu à la limite primitivement admise. Je pensais que, pour une admission inférieure à $\frac{1}{8}$, la paroi du cylindre, quoique munie d'une chemise, devenait insuffisante pour donner à la vapeur qui se détend la chaleur qui lui est nécessaire pour qu'elle suive la loi de Mariotte, et que les espaces nuisibles dans

les machines à distributions par tiroirs devaient jouer un rôle trop considérable.

» Mais dernièrement j'ai eu la preuve que, dans les nouvelles machines perfectionnées (sans espaces nuisibles appréciables, à double enveloppe de vapeur et de feutre, où l'on supprime la période de compression, où l'on peut régler à volonté au strict nécessaire les avances à l'introduction et à l'échappement, et enfin où l'on évite l'accumulation de l'eau dans le cylindre), on était arrivé à ce résultat : pour une admission extrêmement faible, inférieure par exemple à $\frac{1}{45}$ (la machine marchant naturellement presque à vide), l'indication fournissait des diagrammes à l'examen desquels on reconnaissait que la détente avait encore lieu suivant la loi de Mariotte. De plus il paraît maintenant prouvé qu'une détente trop prolongée devient onéreuse.

» C'est ce dernier fait que je vais chercher à éclaircir, en prenant le précédent comme base.

» Je considérerai dans ce qui suit une machine établie dans des conditions telles que l'on puisse faire abstraction des espaces nuisibles, même pour de très-faibles admissions. J'admettrai que la vapeur se détend en suivant la loi de Mariotte, et que, au moment où la communication est établie avec le condenseur, l'eau qui se trouve dans le cylindre se vaporise complétement au détriment de la chaleur que renferme sa paroi, mais que cette perte est compensée par la chaudière ou, ce qui revient au même, par le foyer.

» Soient

V_0 le volume engendré par le piston;

$\frac{1}{n}$ la fraction de ce volume correspondant à l'admission;

p_0 la pression initiale dans le cylindre;

t_0 la température de la vapeur saturée sèche à cette pression;

η_0 la proportion de cette vapeur introduite dans le cylindre;

p_1, t_1, r_1 la pression, la température, la chaleur de vaporisation de la vapeur détendue;

p' la contre-pression supposée constante;

θ la température de l'eau d'alimentation;

$A = 425^{km}$ l'équivalent mécanique de la chaleur.

» L'expression du travail des résistances passives développé dans la période d'une cylindrée peut être considérée sans grande erreur comme se composant de deux termes, l'un constant F et l'autre proportionnel au travail

moteur développé sur le piston. L'équivalent calorifique du travail réellement utilisé est, par suite,

$$(a) \qquad \frac{1}{A}\left[\eta_0(1-\varepsilon)\frac{V_0}{n}(1+2{,}3026\log n)-(1-\varepsilon)V_0 p'-F\right],$$

ε étant une constante qu'il est facile de calculer pour chaque machine.

» La chaleur totale fournie par la chaudière, d'après l'hypothèse faite plus haut, a pour expression

$$(b) \qquad \frac{V_0\rho_0}{n}(r_1+t_1-\theta)+\frac{\eta_0 V_0}{An}(1+2{,}3026\log n);$$

d'où, pour le rapport des expressions (a) et (b), qui représente le rendement économique,

$$\tau=\frac{(1-\varepsilon)(1+2{,}3026\log n)-(1-\varepsilon)\dfrac{np'}{\eta_0 p_0}-\dfrac{Fn}{V_0 p_0}}{\dfrac{A\rho_0}{\eta_0 p_0}(r_1+t_1-\theta)+1+2{,}3026\log n}.$$

» Considérons, par exemple, le cas spécial de la machine du système Corliss, expérimentée en 1869 par le jury de l'Exposition de l'Institut américain.

» On a

$$F=172^{km},537, \quad \varepsilon=0{,}0376, \quad V_0=0{,}1385,$$
$$p_0=5941^{kg}(5^{atm}\tfrac{3}{4}), \qquad \rho_0=3{,}1806.$$

» Supposons, de plus, que l'on ait $\eta_0=0{,}80$, $\theta=12°$, et que la contre-pression soit $\frac{1}{7}$ d'atmosphère.

» L'expression (1) devient

$$(2) \qquad \tau=\frac{0{,}962(1+2{,}3026\log n)-0{,}0545n}{0{,}0284(r_1+t_1-12)+1+2{,}3026\log n}.$$

Pour	$n=1$,	on trouve	$\tau=0{,}047$
»	5,	»	0,110
»	8,	»	0,116
»	10,	»	0,126
»	15,	»	0,129
»	20,	»	0,128
»	30,	»	0,116

» D'après ce tableau, on voit que l'on a peu à gagner au delà de $n=10$, et il est visible, à l'examen de la formule (2), que, si l'on tenait compte des espaces nuisibles, τ atteindrait encore bien plus rapidement son maximum.

» Les résultats auxquels nous venons d'arriver reçoivent facilement leur

explication *a priori;* et, en effet, le terme qui dépend des résistances passives croît plus rapidement que le travail de la pression, et, de plus, au-dessous d'une certaine valeur de t_1, la quantité totale de chaleur $r_1 + t_1$ varie très-peu avec cette variable. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les ouragans nommés* fœhn *en Suisse.* Note de M. FAYE.

« Je désire appeler l'attention de l'Académie sur un phénomène fort intéressant qui me semble inintelligible en dehors des idées que je soutiens en Météorologie. Lorsqu'une tempête tournante, venant du sud-ouest, aborde le massif des Alpes, elle produit assez souvent, dans une région nettement délimitée de la Suisse, et non ailleurs, des phénomènes fort différents de ceux que les cyclones produisent d'ordinaire. Au lieu d'amener des orages et des averses avec un abaissement sensible de température, le vent de fœhn souffle avec violence la chaleur et la sécheresse; la température s'élève subitement de plusieurs degrés, et l'air, d'abord presque saturé d'humidité, devient non moins subitement d'une sécheresse extrême.

» Cependant, tout autour de la région spéciale et habituelle du fœhn, la tempête produit les effets ordinaires. Pour donner une idée nette de cette étonnante opposition d'effets d'une même tempête, je me bornerai à citer les observations suivantes, relatives au fœhn violent du 4 décembre 1862 (1) :

Limite nord-ouest du fœhn.			*Région du fœhn.*			*Limite sud-est du fœhn.*		
	Température.	État hygrom.		Température.	État hygrom.		Température.	État hygrom.
	°			°			°	
Genève....	5,3	91	Glaris....	15,9	36	Lugano....	10,0	94
Montreux..	5,4	90	Auen.....	15,3	49	Bellinzona.	9,2	95
Berne.....	1,8	98	Einsiedlen.	11,5	44	Mendrisio..	8,6	96
Aarau.....	2,8	99	Altdorf...	15,8	74			
Lohn.....	5,8	89	Engelberg.	11,0	28			
			Marschlins.	14,6	36			

» Ajoutons-y un trait bien caractéristique du fœhn : c'est la dépression barométrique, qui atteignit ce jour-là 17 millimètres. Il en est de même, sauf la quantité, de tous les fœhns dont j'ai la relation sous les yeux; la dé-

(1) R. WOLF, *Observations météorologiques en Suisse*, année 1865-1866.

pression du baromètre, causée par la tempête générale, y est la même que dans les régions voisines de même altitude où la tempête produit des effets diamétralement opposés.

» Évidemment un pareil phénomène ne peut se produire que par la descente gyratoire d'une masse d'air considérable totalement ou en grande partie privée des cirrhus que les tourbillons formés dans les courants supérieurs recueillent d'ordinaire et entraînent vers le bas (1). Alors, en effet, cet air s'échauffe en descendant des hautes régions, et son degré d'humidité s'abaisse au-dessous de toute proportion habituelle aux pays tempérés. Au contraire, là où l'air descendant entraîne avec lui de l'eau vésiculaire et surtout des aiguilles de glace, la chaleur développée par la compression suffit à peine à vaporiser cette eau ou à fondre cette glace, et l'air arrive en bas avec une température relativement basse et un degré de saturation complète. Or, pour que ces différences se produisent au sein d'une même tempête, il suffit d'un obstacle assez élevé pour modifier la gyration générale et la décomposer en gyrations partielles. Tel peut être assurément l'énorme massif montagneux des Alpes, qui présente en avant, aux tempêtes, le relief du mont Blanc, puis celui des chaînes bernoises et pennines. C'est ainsi qu'à l'aval d'un obstacle qui n'atteint même pas la surface d'un cours d'eau des tourbillonnements se forment souvent avec une grande puissance. Nous savons avec quelle facilité un grand mouvement gyratoire aérien donne naissance à des tourbillons partiels très-énergiques, ou même se segmente totalement en deux gyrations distinctes sous l'influence de certains obstacles naturels. Nous avons même en Afrique, en Asie et au Mexique des exemples plus complets encore où les courants supérieurs, après avoir été dépouillés de leurs cirrhus par l'interposition de hauts plateaux, n'envoient plus en bas que des tourbillons d'air chaud et sec qui donnent naissance au simoun, aux orages de sable, etc..., tandis que les mêmes gyrations descendantes produisent des averses ou de la grêle partout où les courants supérieurs charrient des cirrhus.

» Il est sans doute fort difficile actuellement de préciser le mode d'action de ces grands obstacles sur les gyrations atmosphériques; mais la difficulté tient uniquement au manque d'observations convenablement dirigées (2)

(1) Voir, à ce sujet, *Comptes rendus* du 19 juillet 1875, t. LXXXV, ma Note *Sur le théorème météorologique de M. Espy*, p. 110 et suivantes.

(2) L'*Atlas météorologique de l'Observatoire* contient cependant déjà de précieux documents à ce sujet, bien qu'ils se rapportent à des massifs montagneux de médiocre impor-

et non à quelque contradiction entre ces idées et les lois de la Mécanique ou de la Physique.

» Il en est tout autrement de la Météorologie actuelle, qui attribue les tempêtes à une aspiration voyageuse, qui explique la violence du vent par l'afflux des couches basses vers le centre mobile de la raréfaction, les averses par la condensation de leur vapeur dans les hautes régions, et qui se voit forcée d'admettre, à l'aspect de cette prétendue raréfaction où d'énormes masses d'air s'engouffrent sans pouvoir jamais la combler, que lesdites masses, une fois arrivées au centre, se relèvent vers le haut en une gigantesque colonne ascendante. Comment comprendre, dans cet ordre d'idées, le phénomène que nous venons de décrire? Est-il possible qu'au beau milieu de cette colonne ascendante il se forme un courant descendant tout aussi énergique sous l'influence d'un obstacle quelconque? Il y a plus, pour cette théorie, la dépression barométrique des tempêtes est le signe d'une raréfaction : de là l'aspiration qui s'exerce, dit-on, sur les couches inférieures; de là le mouvement ascendant des tempêtes. Par contre un courant descendant doit donner lieu, dit-on, à un maximum barométrique, ainsi que l'exposait récemment à l'Académie un savant météorologiste, M. H. Hildebrandsson. Or voici que dans la région du fœhn, où l'air est manifestement descendant de l'aveu de tous, ce n'est pas un maximum,

---

tance. Voici, par exemple, un extrait de l'intéressante Notice de M. Lespiault *Sur les orages du sud-ouest de la France, de* 1872 *à* 1874, p. 20 : « Les nuages de grêle descendent aussi sans obstacle, jusqu'au confluent de l'Osse et de la Gelise. Là, cette dernière commence à se diriger tout droit vers le nord, et le tourbillon orageux vient heurter de front le coteau de Lamotte, un des plus élevés de l'arrondissement de Nérac. Ce coteau, qui s'étend sur une grande longueur, du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire parallèlement à la vallée de la Baïse, et perpendiculairement à la direction de l'orage, occasionne cette fois encore, dans la chute de la grêle, une perturbation qui se reproduit invariablement toutes les fois que l'orage arrive du sud-ouest. Au lieu de continuer leur route direete, qui les porterait au-dessus de la crête du coteau, les nuages s'écartent tantôt à droite, tantôt à gauche, souvent des deux côtés à la fois, pour aller franchir la ligne de faîte sur les points les plus déprimés. De là deux effets remarquables : d'une part, les points de la vallée, au-dessus desquels s'opère cette déviation sont presque toujours frappés avec une intensité particulière; de l'autre, le versant nord du coteau n'est que légèrement atteint; par suite, la ville de Nérac et une grande partie de la commune sont moins exposées que les régions voisines. On peut même remarquer que le chemin habituel de la branche droite du courant orageux est presque invariable; aux points où ce chemin coupe les routes qui partent de Nérac vers l'est et le nord-est, les rangées d'arbres plantés sur les bords offrent constamment des lacunes de 200 ou 300 mètres, que l'on essaye inutilement de combler. »

mais bien un minimum qui se produit, tout comme dans les régions voisines soumises à la même tempête.

» Ces contradictions, ces impossibilités se présentent à chaque pas dans cette doctrine ; je ne me lasse pas de les signaler depuis deux ans : c'est comme un voile d'obscurité et de confusion qu'on jette sur les plus beaux phénomènes de la nature terrestre; tandis que l'idée que je soutiens permet de les comprendre tous sous la formule simple que voici :

» Les tempêtes tournantes sont des mouvements gyratoires persistants, à axe vertical, qui naissent dans les courants supérieurs, comme les tourbillons à axe vertical naissent dans nos cours d'eau. Ils sont descendants comme ceux-ci et atteignent le sol qu'ils parcourent, affouillent et dévastent tout en suivant le fil des courants supérieurs.

» Ceux-ci naissent dans la zone torride, non loin de l'équateur, affectant tout d'abord une direction voisine de l'est; ils s'infléchissent progressivement vers le sud (sur notre hémisphère) en s'accélérant; au delà de la limite boréale de nos alizés, ils prennent la direction sud-ouest, puis ouest-sud-ouest, sous laquelle les cyclones ou tempêtes tournantes abordent ordinairement les régions tempérées ou boréales.

» La courbe que l'axe vertical de ces tourbillons trace ainsi sur le sol n'est autre que la projection de la trajectoire des courants supérieurs; elle n'a pas de rapport immédiat avec les courants inférieurs, car, dans la région des alizés, elle croise ceux-ci à angle droit, tandis que, dans nos régions, elle se projette au sein de couches inférieures, bien souvent immobiles.

» Ces grands tourbillons entraînent ordinairement en bas les cirrhus dont les courants supérieurs sont chargés; alors ils donnent lieu à des averses, à la grêle, aux manifestations violentes de l'électricité atmosphérique; mais, si les cirrhus leur font défaut, les averses ne se produisent pas; au contraire, la température s'élève notablement, à cause de la pression croissante que subit l'air descendant, et cet air parvient au sol avec une sécheresse excessive. Dans les deux cas, la dépression barométrique se manifeste comme une simple suite du mouvement de gyration, et non comme l'indice d'une aspiration violente exercée de haut en bas sur les couches inférieures. Enfin les tornados et les trombes ne sont que des cas particuliers de ces grands phénomènes; ils n'en diffèrent que par des dimensions plus restreintes et une figure plus régulière, plus allongée dans le sens vertical.

» Supposons que nous habitions, non plus le fond de l'atmosphère, mais

le fond d'un vaste lac qui serait traversé par quelque courant superficiel, formé d'une eau plus légère. Si ce courant engendrait des tourbillons assez puissants pour atteindre le fond, nous observerions des directions incessamment variables dans les mouvements inférieurs de la masse liquide : nos girouettes, au passage de chaque tourbillon, feraient le tour de la rose des courants; mais rien, sauf le mouvement de translation, ne nous révélerait le courant supérieur où ces tourbillons prennent naissance. En voyant leur extrémité inférieure affouiller la vase et soulever des troubles autour d'elle, les spectateurs s'imagineraient que ces tourbillons sont ascendants; ils les attribueraient à une aspiration quelconque. D'autres, cependant, en étudiant plus attentivement leur forme géométrique et leur mouvement de translation, finiraient par en comprendre le simple mécanisme, et c'est aussi, je l'espère du moins, ce qui arrivera bientôt pour l'océan aérien. »

BALISTIQUE. — *Note sur un appareil propre à déterminer l'intensité et la loi du développement des pressions dans l'âme des bouches à feu par rapport au temps;* par M. le général **A. Morin**.

« Dans une Note insérée au tome IX des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, à l'occasion des belles expériences exécutées en Angleterre par la Commission des substances explosives, j'ai rappelé que, dès 1866, plusieurs officiers d'artillerie avaient cherché à utiliser la propriété, constatée par les belles expériences de M. Tresca, qu'ont les solides de s'écouler à la manière des liquides sous de fortes pressions, pour mesurer la tension des gaz développés par la combustion de la poudre. Je rappelais que MM. de Reffye et Pothier avaient soumis un cylindre de plomb contenu dans une éprouvette à piston, introduite à vis, à la manière de ce qu'on appelle un *grain de lumière*, dans la paroi d'un canon, à l'action de ces pressions. Sous cette action le métal s'écoulait sous forme de jet tronconique, dans un canal convenablement disposé, et l'on était déjà parvenu à des résultats qui permettaient d'espérer que ce procédé conduirait à des appréciations de la tension des gaz de la poudre, plus précises que celles que l'on peut déduire de l'appareil à couteau de Rodman et des cylindres comprimés en cuivre rouge, mis en usage par la Commission anglaise.

» Mais la mollesse du plomb et la facilité avec laquelle il s'écoule sous des pressions modérées limitent trop les tensions, dont il peut fournir la mesure, pour qu'il puisse être employé à déterminer celles qui se développent sous l'action de fortes charges de poudre.

» Il convenait donc de recourir à l'emploi de métaux plus durs, mais à peu près aussi ductiles et faciles à obtenir à un degré suffisant de pureté.

» Dans ce but, j'ai fait exécuter au Conservatoire, avec les mêmes appareils et avec le même soin mis en usage pour les expériences précédentes, des essais sur l'écoulement du cuivre rouge et de l'étain, sous forme de jets tronconiques.

» L'un et l'autre de ces métaux ont effectivement fourni des jets très-réguliers; mais le cuivre rouge est trop résistant pour que leur longueur atteigne, même sous les pressions les plus fortes qu'on ait besoin d'étudier, une dimension assez grande pour en fournir une mesure assez précise.

» L'étain, plus mou, paraît satisfaire complétement à cette condition. Les jets obtenus croissent en longueur proportionnellement aux pressions, avec une régularité bien suffisante pour les applications que l'on peut se proposer de faire de ce procédé.

» La loi de cet accroissement, déduite de quatre séries d'essais, sous des pressions exactement connues, peut être représentée par sa formule simple

$$P = 237L,$$

dans laquelle on exprime par P la pression en kilogrammes exercée par centimètre carré de la base du cylindre d'étain ou de la paroi de la bouche à feu; L la longueur du jet tronconique exprimée en millimètres.

» Cette loi ayant été constatée jusqu'à des pressions d'environ 10000 kilogrammes par centimètre carré, qui dépassent les plus fortes que MM. Noble et Abel aient observées dans leurs expériences sur l'explosion de la poudre, on voit qu'une éprouvette garnie d'un cylindre d'étain de 14 millimètres de diamètre suffirait pour les expériences d'artillerie à exécuter avec les plus fortes charges.

» On obtiendrait donc facilement, à l'aide de ce simple appareil, la mesure directe des pressions maximum développées par les gaz de la poudre, avec une précision bien supérieure à celle qu'on a pu atteindre jusqu'ici, puisque chaque millimètre de longueur des jets coniques correspondrait à peu près à 237 kilogrammes de pression par centimètre carré, ce qui, sans vouloir attribuer à ce procédé une rigueur à laquelle les variations même d'intensité des effets de la poudre ne permettent pas de prétendre, surpasserait de beaucoup celle dont on s'est contenté jusqu'ici.

» Mais le dispositif que l'on vient d'indiquer, et qui ne diffère en rien de ceux qui ont déjà été essayés par l'artillerie française, permet de pousser beaucoup plus loin l'étude du développement des gaz et des pressions qu'ils

exercent dans l'âme des bouches à feu, question qui, depuis si longtemps, préoccupe les officiers d'artillerie.

» Aux recherches scientifiques basées sur des études expérimentales inaugurées par Piobert, on a cherché, par divers moyens, à joindre des données d'observation, en employant des appareils propres à faire connaître la loi du mouvement des projectiles dans l'âme des bouches à feu.

» L'ingénieux chronoscope électrique de M. Noble est l'un des types les plus remarquables de ce genre d'appareils ; mais il ne fournit que peu d'indications sur les effets qui se produisent dans les premiers instants de l'inflammation de la poudre.

» Celui de M. le capitaine Ricq, principalement destiné, au contraire, à étudier ces effets dans la première période du déplacement du projectile et auquel l'Académie a décerné le prix de Mécanique de la fondation Montyon, fournit la loi du mouvement imprimé par les gaz à une tige munie d'un piston, dont la surface et la masse sont dans un rapport donné avec celles du projectile et qui, par conséquent, en reçoit des vitesses en rapport connu avec celles de celui-ci.

» De cette loi graphique du mouvement on déduit, par des méthodes connues, celle des vitesses et celle des accélérations, et par suite les tensions des gaz.

» Les résultats déjà obtenus sont très-remarquables et jetteront beaucoup de jour sur la question, mais il m'a semblé qu'il serait possible d'utiliser un appareil analogue pour déterminer la loi de formation des jets métalliques, dont j'ai parlé plus haut ; ce qui conduirait à la connaissance directe de la marche de la combustion de la poudre ou du développement des tensions des gaz.

» En effet, on sait, par les belles expériences de MM. Noble et Abel, dont il a été rendu compte récemment à l'Académie, que la tension maximum développée par les gaz de la poudre brûlée en vase clos n'excède pas 6400 atmosphères. On peut donc admettre que la longueur maximum des jets d'étain ne dépassera pas une limite pour laquelle nous prendrons la valeur $L = 40^{mm}$, correspondant à une pression $P = 237 \times 40 = 9480^{atm}$ environ.

» Cela posé, il est possible de prolonger le vide conique de l'éprouvette, qui reçoit le cylindre d'étain, par un petit canal cylindrique dans lequel glisserait à frottement doux une tige qui serait, à l'origine, poussée jusqu'au contact de ce cylindre, avant le tir.

» Sous l'action de la pression du gaz, cette tige serait repoussée au dehors,

en même temps que le jet, et un style fixé à son extrémité extérieure pourrait tracer sur un appareil chronométrique analogue à celui de M. Ricq la loi de son mouvement, qui serait celle de l'expulsion des jets. La longueur de ces jets fournissant la mesure des pressions, on aurait donc en même temps l'intensité de ces efforts, l'instant précis où chacun d'eux aurait été exercé, et par suite la loi de leur développement.

» On remarquera que, le jet commençant à se produire avec une vitesse nulle et cessant de s'écouler dès que la pression a atteint sa valeur maximum, la vitesse moyenne d'expulsion et celle de la tige seraient probablement assez faibles, ainsi que la force vive de celle-ci, de sorte qu'il serait possible de l'éteindre, en soumettant une portion de la longueur de la tige à l'action d'une pression latérale modérée, analogue à celle d'un presse-étoupe et déterminée par une garniture en caoutchouc.

» Si l'on obtient cet arrêt et si la tige ne se sépare pas du sommet du jet, il pourra arriver que le mouvement de réaction élastique de l'appareil et de sa vis détermine sur la courbe chronométrique une sorte de rebroussement, qui indiquerait suffisamment l'instant du maximum de longueur du jet et la durée totale de son expulsion, c'est-à-dire l'intervalle de temps écoulé depuis le commencement de l'inflammation jusqu'à celui où la pression a acquis sa valeur maximum.

» Quoi qu'il en soit, si l'on ne peut obtenir cet instant avec précision, attendu qu'il correspond à un point de tangence pour la détermination duquel il y a une certaine incertitude, on n'en aura pas moins pour tous les autres le temps écoulé pour leur développement, depuis le commencement de l'inflammation, et, si la loi observée était simple, elle permettrait d'obtenir, avec une certaine approximation, la durée totale cherchée.

» On voit que, par cette simple addition d'une tige indicatrice à l'éprouvette qui fournirait les jets d'étain, mise en rapport avec un appareil chronométrique de très-petites dimensions, puisque la longueur des jets ne dépasserait pas quelques centimètres, on aurait un moyen de plus pour étudier, dès leur origine, les effets si rapides et si complexes de l'inflammation et de la combustion des diverses poudres. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Dosages des nitrates et de l'ammoniaque dans l'eau de la Seine, prise le 18 mars 1876 au-dessus du pont d'Austerlitz.* Note de M. BOUSSINGAULT.

« Dans 1 litre d'eau :

Ammoniaque	gr 0,00033	
Acide nitrique	0,00120,	représentant $0^{gr},0022$ de nitrate exprimés en nitrate de potasse.

» En 1857, dans de l'eau de Seine puisée au pont d'Austerlitz, on a trouvé dans 1 litre :

Ammoniaque	gr 0,00012	
Acide nitrique (moyenne de 11 observations faites à diverses époques de l'année)	0,0056,	équivalant à 0,0105 de nitrate de potasse.

» Ainsi, dans la crue extraordinaire à laquelle nous assistons, l'eau de Seine, le 18 mars, paraîtrait renfermer notablement plus d'ammoniaque et moins de nitrate que dans les années 1856, 1857 et 1859.

» 1 litre d'eau de Seine, puisée le 18 mars, tenait $0^{gr},210$ de matière en suspension.

» Comme terme de comparaison, je rappellerai que, dans 1 litre d'eau du Rhin, prise à Lauterbourg en 1857-1858, j'ai trouvé :

Ammoniaque	gr 0,0002 à gr 0,0005	
Acide nitrique	0,0011,	équivalant à 0,0020 de nitrate de potasse.

» L'eau de fleuve la plus riche en nitrates qui ait été examinée dans mon laboratoire est celle du Nil, puisée en 1859 et parvenue à Paris dans un parfait état de conservation. Quatre analyses, exécutées avec le concours de M. Barral, ont donné, pour 1 litre : acide nitrique, $0^{gr},004$, équivalant à $0^{gr},0075$ de nitrate de potasse.

» D'après les renseignements recueillis sur le débit du Nil par le maréchal duc de Raguse dans son voyage en Égypte, ce fleuve porterait chaque jour à la mer une quantité considérable de salpêtre.

» Notre savant confrère, M. Belgrand, pourra nous dire les quantités de nitrate et d'ammoniaque que la Seine charriait pendant la crue actuelle. »

HYDROLOGIE. — *Sur le débit de la Seine et sur la crue du 17 mars 1876; réponse à la Communication de M.* Boussingault; par M. **Belgrand.**

« D'après ce que vient de dire M. Boussingault, l'eau de la crue de la Seine, qui s'écoule en ce moment, contenait par mètre cube, le 18 mars courant :

Ammoniaque	$0^{gr},33$
Acide nitrique	$1^{gr},20$

» Voici le renseignement complémentaire qu'il veut bien me demander.

» M. l'inspecteur général Poirée a donné les débits de la Seine correspondant aux niveaux observés à l'échelle du pont de la Tournelle. En appliquant ces données à la crue actuelle, la Seine débitait le 18 mars :

Par seconde	1661^{mc}
Ou par 24 heures	143510400^{mc}

» Elle a donc entraîné à la mer le 18 mars :

Un poids d'ammoniaque qu'on peut évaluer à	$143510400 \times 0^{gr},33 = 47358^{kg}$
Et un poids d'acide nitrique de	$143510400 \times 1^{gr},20 = 182212^{kg}$.

» Il sera facile de calculer le poids correspondant à chaque jour de la crue lorsqu'elle sera entièrement écoulée.

» Puisque M. le Président a bien voulu me donner la parole, j'en profiterai pour compléter ce que j'ai dit lundi dernier de cette grande crue.

» Elle est par sa hauteur la troisième du siècle. La crue du 3 janvier 1802 a atteint, à l'échelle du pont de la Tournelle, la cote. . . . $7^{m},45$
Celle du 2 mars 1807. . . . . $6^{m},70$
Celle du 17 mars 1876. . . . . $6^{m},50$
Vient ensuite celle du 10 octobre 1836. . . . . $6^{m},40$
La crue du 18 octobre 1872 est restée bien au-dessous de ces niveaux, elle n'a pas dépassé la cote. . . . . $5^{m},95$
M. Poirée a calculé la portée par seconde de la crue du 26 décembre 1740, qui par sa hauteur est la deuxième de celles que nous connaissons. Elle a atteint, au pont de la Tournelle, la cote de $7^{m},91$, suivant cet ingénieur, et débitait par seconde à cette hauteur. . . . . 2110^{mc}

» Dans ses plus basses eaux, la portée de la Seine tombe par seconde à. . . . . 40^{mc}

» Le rapport entre ces deux nombres est 52. La Seine, dans ses plus grandes crues, débite 52 fois plus d'eau qu'à l'étiage.

» J'ai dit, lundi dernier, que, d'après nos prévisions, la Seine, qui était alors à $5^m,90$ à l'échelle du pont d'Austerlitz, s'élèverait le jeudi suivant à . . . . . $6^m,50$

» Le lendemain mardi, nous avons annoncé que le fleuve s'élèverait le vendredi 17 à. . . . . $6^m,70$

» Ces deux prévisions se sont réalisées rigoureusement et la crue a atteint sa hauteur maximum le 17 dans la soirée; elle s'est élevée à la cote $6^m,69$, à l'échelle du pont d'Austerlitz.

» Aujourd'hui, le fleuve est en pleine décroissance; son niveau s'est abaissé de $0^m,72$ depuis vendredi soir. L'eau qu'il débite en ce moment provient presque entièrement de la crue des sources, qui est énorme et retarde sa décroissance. C'est un des caractères particuliers des crues de la Seine.

» Mon excellent collaborateur M. Lemoine, en se basant sur les principes qui m'ont servi à fixer la règle des prévisions de crues à Paris, a fait un travail analogue pour les grands affluents du fleuve et aujourd'hui nous annonçons, avec une approximation suffisante, les crues de l'Yonne, de la Marne, de l'Aisne et de l'Oise.

» On pourrait, suivant moi, signaler, en se basant sur les mêmes principes, les crues de quelques-unes de nos grandes rivières, notamment celles de la Saône, dont le régime ressemble beaucoup à celui de la Seine. »

PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles raies du calcium.* Lettre de M. **Lockyer** à M. Dumas.

« Je suis assez avancé dans le tracé d'une carte du spectre solaire qui doit avoir une échelle quadruple de celle d'Angström, et j'ai commencé par la région sur laquelle M. Cornu a dernièrement publié une carte admirable. Mon système, ainsi que je crois vous l'avoir déjà dit, est de déterminer les éléments du Soleil en photographiant sur la même plaque le spectre du Soleil et le spectre des différents éléments chimiques. Je l'ai déjà fait pour un grand nombre d'éléments et dans des conditions variées de pression. L'une des circonstances les plus considérables est celle sur laquelle je viens appeler votre attention.

» Quand nous dissocions, par exemple, le chlorure de calcium à un faible degré, nous obtenons une raie de calcium, celle qui est dans le bleu, et un spectre presque complet de chlorure non dissocié. A mesure que la dissociation du chlorure avance, la raie dans le bleu, qui est la vé-

ritable raie du calcium, devient plus brillante, et le spectre du chlorure disparaît graduellement. J'admets que l'expérience a été faite à une température basse. Maintenant, si nous employons un arc électrique, nous obtenons dans le bleu cette ligne extrêmement développée, et en même temps dans le violet deux nouvelles raies qui occupent la position des deux lignes H dans le spectre du Soleil. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que la raie dans le bleu est beaucoup plus épaisse et beaucoup plus brillante que les deux raies dans le violet, quand nous employons l'arc électrique, par exemple, produit par 30 éléments de Grove; tandis que la raie bleue est représentée très-faiblement dans le Soleil et que les deux raies violettes sont les plus épaisses de tout le spectre solaire. Entre la température que nous produisons et celle du Soleil, il y aurait donc précisément une différence qui serait, à l'égard du spectre du calcium, ce que sont pour le spectre du chlorure de calcium les différentes températures que nous pouvons produire.

» Pour vérifier ce fait, j'ai exécuté récemment une série d'expériences sur le calcium, en employant d'abord une petite batterie et une petite bobine, et ensuite une grande batterie et une plus grande bobine; et, pour mettre le fait hors de doute, j'ai photographié les résultats. Je trouve qu'avec la petite bobine je puis obtenir une photographie qui ne contient que la raie dans le bleu, sans aucune trace de raie dans le violet, et qu'avec la plus grande bobine et la plus grande batterie je puis avoir une photographie contenant les raies du violet sans aucune trace de raie dans le bleu, et je trouve qu'en variant la surface de la batterie je puis obtenir un spectre semblable au spectre d'absorption du calcium dans le Soleil.

» Ces résultats s'accordent si complétement avec ceux de la dissociation d'un sel de calcium que je me suis demandé si nous ne sommes pas ici en présence d'une dissociation du calcium lui-même. Naturellement on ne peut pas déterminer, quant à présent, si nous avons un groupe moléculaire plus inférieur de calcium ou si le calcium lui-même est une combinaison de deux sous-éléments distincts, si l'on peut s'exprimer ainsi. Il semble que nous ne pouvons entreprendre de résoudre cette question qu'en photographiant les raies du calcium (H_1 H_2) dans les différentes étoiles. Si nous trouvons qu'elles présentent toujours la même épaisseur et la même intensité relatives, il y aura une grande présomption que nous sommes en présence d'une décomposition du calcium, ou, en d'autres termes, nous aurons établi qu'un

spectre à raies est un spectre dû à différents ordres de groupement moléculaire. Si, d'un autre côté, nous trouvions que l'épaisseur et l'intensité de ces raies varient, il serait difficile d'expliquer le phénomène, à moins que nous n'admettions que le calcium, au lieu d'être un élément, est réellement composé de deux substances.

» Je dois ajouter que le professeur Stokes, tout en pensant que nous avons ici une méthode très-commode pour déterminer la puissance de dissociation existant dans le Soleil, puisque nous trouvons le rapport de cette puissance par le nombre de pouces de surface de la batterie, ne croit pas cependant que l'évidence en faveur de la dissociation du calcium soit absolument complète; et il croit possible qu'avec un accroissement de température les lignes les plus réfrangibles deviennent plus brillantes aux dépens des moins réfrangibles; de sorte que, si la quantité décroît graduellement, nous pouvons obtenir les résultats que j'ai mentionnés. Je lui ai cependant fait remarquer que cette loi ne se manifeste pas dans d'autres cas; par exemple, pour l'hydrogène, un accroissement de température nous donne une plus grande intensité de la ligne rouge de l'hydrogène C, et, dans le cas du sodium à la température du Soleil, nous savons que l'absorption de la ligne jaune du sodium est plus intense que celle d'aucune des raies.

» Tant de questions intéressantes sont soulevées par ces expériences que j'espère être bientôt en état de continuer cette Communication. L'opinion des savants français serait très-précieuse à mes yeux pour m'aider à continuer ce travail. J'espère pouvoir bientôt vous envoyer quelques exemplaires photographiques de mon nouveau spectre normal. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Mesures actinométriques au sommet du mont Blanc.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de recherches entreprises au mois d'août dernier dans le but d'obtenir une mesure exacte de l'intensité de la radiation solaire. A cet effet, j'ai essayé de déterminer l'absorption exercée par l'atmosphère en mesurant, au moyen de mon acti-

nomètre, l'énergie du rayonnement solaire au sommet et sur les flancs du mont Blanc, tandis que M. Margottet effectuait des mesures analogues au pied de la montagne. La seule modification un peu importante que j'aie à signaler dans ces nouvelles expériences, comparées à celles que j'ai déjà faites sur le même sujet (voir les *Comptes rendus* des 18 mai, 29 juin et 5 octobre 1874), c'est la précaution que l'on a prise de suivre exactement la marche ascendante et la marche descendante du thermomètre pendant toute la durée des opérations.

» 1° *Observations relevées au sommet, sur le flanc et à la base du mont Blanc :*

16 AOUT 1875.

Cime du mont Blanc (4810 *mètres*).

h m	Actinomètre.	o
9.30,	fermé.....	0
35,	ouvert.....	14
40,	»	17,2
45,	»	17,6
50,	»	17,8
51,	fermé.....	13
52,	»	8,8
53,	»	5,8
54,	»	4,2
55,	»	3
56,	»	2,2
57,	»	1,
59,	»	0,8
10. 1,	»	0,4
7,	»	0
12,	ouvert.....	15,8
17,	»	18
22,	»	18,2
27,	»	18,2
40,	fermé.....	0
11. 0,	ouvert.....	17,6

$10^h 30^m$.

Baromètre.....	$H = 430^{mm}$
Température de l'air.....	$t = +1°$
Hygromètre de Saussure.....	$\frac{f}{F} = 0{,}20$

Glacier des Bossons (1200 *mètres*) (*).

h m	Actinomètre.	o
9.55,	fermé.....	0,4
10.22,	ouvert.....	14,2
40,	fermé.....	0,3
11.25,	ouvert.....	14,4
47,	fermé.....	0,3
52,	ouvert.....	12,3
57,	»	13,6
12. 2,	»	14
7,	»	14,1
10,	»	14,1
15,	fermé.....	12,9
20,	»	1,1
25,	»	0,73 (**)
1. 0,	»	0,3

$9^h,50$.

Baromètre.....	$H = 661^{mm}$
Température de l'air.....	$t = 9°,50$
Hygromètre Daniell.....	$f = 5^{mm},302$

(*) Je ne rapporte ici, pour abréger, qu'une faible partie des précieuses observations faites par M. Margottet, qui s'est astreint le plus souvent à relever les températures toutes les minutes, souvent même toutes les demi-minutes, et qui a continué ses mesures jusqu'à $4^h 30^m$ du soir.

(**) Par interpolation.

17 AOUT 1875.

Grands-Mulets (3050 *mètres*).

Actinomètre.

h m		°
9.54,	fermé.....	— 0,4
10. 8,	ouvert.....	15,2
26,	fermé.....	— 0,4
39,	ouvert.....	15,7
40,	fermé.....	11,2
41,	»	7,6
42,	»	5,2
43,	»	3,6
45,	»	1,8
11. 5,	»	— 0,2

$10^h 45^m$.

Baromètre..... $H = 533^{mm},5$

Température de l'air..... $\mathfrak{T} = 7°$

Hygromètre de Saussure.. $\frac{f}{F} = 0,54$

Glacier des Bossons (1200 *mètres*).

Actinomètre.

h m		°
10.25,	fermé.....	0
40,	ouvert.....	13,1
11.36,	fermé.....	0
41,	ouvert.....	4,4
46,	»	13,1
47,	»	13,2
50,	»	13,2
55,	fermé.....	2,4
12.00,	»	0,6
5,	»	0,2
24,	»	0

$11^h 15^m$.

Baromètre..... $H = 662^{mm}$

Température de l'air..... $\mathfrak{T} = 13°$

Psychromètre..... $f = 5^{mm},300$

» 2° *Établissement des formules empiriques résumant les observations.* — Prenons d'abord les observations actinométriques faites le 16 août à la cime du mont Blanc. Comparant les deux périodes d'échauffement à la période intermédiaire de refroidissement, nous pouvons dresser le tableau suivant :

	Échauffements			Refroidissement		
Temps.	observés.		moyen.	observé.	rapporté à 18°.	
t.	θ.		θ_1.	θ'.	θ'_1.	$\theta_1 + \theta'_1$.
m	°	°	°	°	°	°
0	0	0	0	17,8	18	18
5	14	15,8	14,9	3	3	17,9
10	17,2	18	17,6	0,6	0,6	18,2
15	17,6	18,2	17,9	0,1	0,1	18
20	17,8	18,2	18	0	0	18

» Ainsi la somme $\theta_1 + \theta'_1$ est constante : l'échauffement et le refroidissement se sont faits avec la même vitesse. Les températures d'échauffement θ sont données par la formule

$$\theta_1 = \theta_0(1 - e^{-0,36t}),$$

et les températures de refroidissement par la formule

$$\theta'_1 = \theta_0 e^{-0,36t}.$$

» On a, en effet :

t.	θ calculés.	θ observés.	Δ.	θ' calculés.	θ' observés.	Δ'.
m	°	°	°	°	°	°
0	0	0	0	18	18	0
5	15,06	14,9	+0,16	2,94	3	−0,06
10	17,51	17,6	−0,09	0,49	0,6	−0,11
15	17,92	17,9	+0,02	0,08	0,1	−0,02
20	17,99	18	−0,01	0,01	0	+0,01

» Les expériences faites au glacier des Bossons se représentent de même par des expressions de la forme $\theta_0 e^{-(a+mt)}$, où m a la valeur commune 0,40 :

t.	θ calculés.	θ observés.	Δ.	θ' calculés.	θ' observés.	Δ'.
m	°	°	°	°	°	°
0	»	0	»	»	13,8	»
5	11,88	12	−0,12	2,62	2,6	+0,02
10	13,46	13,3	+0,16	0,76	0,8	−0,04
15	13,68	13,7	−0,02	0,51	0,43	+0,08
20	13,71	13,8	−0,09	»	»	»

» Pour la journée du 17 août, les observations se résument encore par des exponentielles dans lesquelles m est égal, aux Grands-Mulets, à 0,35, et au glacier des Bossons, à 0,38, d'après les tableaux suivants :

Aux Grands-Mulets :

t.	θ' calculés.	θ' observés.	Δ'.
	°	°	°
0	16,10	16,1	0
1	11,35	11,6	−0,25
2	8,00	8,0	0
3	5,64	5,6	+0,04
4	3,97	4,0	−0,03
5	2,80	»	»
6	1,97	2,1	−0,13

Aux Bossons :

t.	θ calculés.	θ observés.	Δ.	θ' calculés.	θ' observés.	Δ.
	°	°	°	°	°	°
0	»	0	»	»	13,2	»
5	11,38	11,4	−0,02	2,32	2,4	−0,08
10	13,10	13,1	0	0,60	0,6	0
15	13,35	13,2	+0,15	0,35	0,2	+0,15

» L'air est plus humide et le refroidissement plus lent que la veille.

» J'indiquerai les résultats obtenus dans une prochaine Communication. »

VITICULTURE. — *Sur l'éclosion prochaine des œufs d'hiver du Phylloxera ;* par M. **Balbiani**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 octobre 1875, j'annonçais à l'Académie la découverte que je venais de faire de l'œuf pondu par le Phylloxera sexué femelle à la suite de son accouplement avec le mâle. J'indiquais les caractères par lesquels cet œuf se distingue de ceux des autres formes de l'espèce, et je décrivais les changements d'aspect qu'il présente dans les jours qui suivent la ponte, changements en rapport avec les modifications évolutives qui se passent dans son intérieur. Enfin, pour marquer sa similitude complète avec l'œuf correspondant du Phylloxera du chêne, découvert par moi deux ans auparavant (*Comptes rendus* du 20 octobre 1873), je le désignai sous le nom d'*œuf d'hiver,* qu'il me paraissait mériter par la lenteur de son évolution embryonnaire, laquelle rendait probable que l'éclosion en serait retardée jusqu'au printemps suivant, ainsi que cela a lieu pour cette dernière espèce.

» Cette présomption, fondée d'abord sur une simple induction, s'est trouvée pleinement confirmée par l'observation, continuée pendant tout le cours de cet hiver, des œufs que j'avais rapportés à Paris, ainsi que d'autres trouvés sur des fragments de ceps qui m'avaient été adressés des localités infestées. Ces œufs, qui se sont maintenus pendant toute la période hibernale dans un état de santé et de fraîcheur, ne m'ont encore montré aucune trace d'éclosion. Toutefois le moment me paraît venu où celle-ci ne doit pas tarder à se faire, toujours si j'en juge par analogie avec l'espèce congénère du chêne (1).

» L'éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne constitue la dernière phase qu'il nous reste à observer pour connaître l'histoire complète de l'évolution annuelle de l'ennemi de nos vignobles. On comprend aisément combien j'aurais été heureux de faire personnellement cette observation, qui m'aurait permis d'ajouter le chapitre final à l'histoire évolutive du Phylloxera ailé, dont j'avais réussi à dévoiler toutes les phases antérieures, ainsi que je l'avais fait précédemment pour l'espèce congénère du chêne. Mais je connais trop bien les déceptions auxquelles exposent

(1) Sous la latitude de Paris, l'éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera du chêne a lieu dans la première quinzaine d'avril (voir *Comptes rendus* du 13 avril 1874).

les observations faites en dehors des conditions naturelles de ces insectes, pour ne pas redouter un insuccès de la dernière heure. C'est pour cette raison que je ne saurais trop demander le concours de toutes les personnes placées dans des conditions plus favorables et les inviter à porter toute leur attention sur cette phase nouvelle, encore inconnue, de la vie du parasite.

» Nul n'ignore, en effet, aujourd'hui, que de l'œuf d'hiver doit sortir le jeune Phylloxera régénéré par l'accouplement des individus sexués de l'automne précédent. Mais que devient le produit de cet œuf? Quelle en sera la destination? Quelles en seront les habitudes? C'est ce que personne ne saurait encore dire d'une manière certaine, car c'est la première fois que l'on va assister à l'apparition de cette génération printanière. Cependant, en consultant encore une fois ici les faits analogues que nous présentent non-seulement les autres espèces de Phylloxeras, mais encore tous les autres Aphidiens, on est autorisé à voir, dans le produit de l'œuf d'hiver, l'individu destiné à régénérer la race, soit en fondant au loin de nouvelles colonies prolifiques, soit en se mêlant aux colonies anciennes, qu'il revivifie par sa prodigieuse fécondité, retrempée dans un accouplement antérieur.

» L'importance du rôle joué par l'individu sorti de l'œuf d'hiver ne rend que plus regrettable la difficulté des observations qui le concernent. La recherche des œufs d'hiver entre les lamelles d'écorce, longue et pénible en tous temps, devient particulièrement difficile à l'époque actuelle de l'année, où l'observateur n'a plus pour se guider, comme en automne, la présence, sous ces mêmes écorces, des individus ailés et de leur progéniture sexuée, source et origine des œufs d'hiver et de la génération printanière qui en provient. Ces œufs sont rares, d'une extrême petitesse, et tranchent à peine, par leur coloration sombre, sur le fond brun des lamelles corticales : ce sont autant de circonstances qui les rendent presque impossibles à découvrir à cette époque de l'année et qui ont conduit, mais bien à tort, quelques personnes à douter de leur existence.

» Il n'en sera probablement pas de même de la jeune progéniture qui en naîtra. Celle-ci, colorée suivant toute vraisemblance en jaune pâle, comme toutes les autres formes de l'espèce pendant le jeune âge, pourra être plus facilement aperçue à la surface des écorces. En les suivant dans leurs pérégrinations au sortir de l'œuf, on les verra probablement se diriger vers la partie inférieure du cep, en franchir le collet et venir se fixer sur les premières radicelles naissant de cette partie de la souche. Plus tard, on retrouvera sur ces mêmes radicelles les petites colonies qu'ils auront formées par

leur multiplication, et ce n'est qu'à une époque plus tardive encore que des émigrants se détacheront de celles-ci pour aller peupler à leur tour les parties plus profondes du système radiculaire.

» Une observation, que j'ai eu fréquemment l'occasion de faire en examinant, à différentes périodes de l'année, des vignes nouvellement envahies, donne une confirmation presque certaine à cette explication théorique de l'extension du parasite sur les racines. Au printemps, je trouvais les colonies peu nombreuses et exclusivement établies sur les petites racines naissant directement du collet, tandis qu'à des époques plus avancées, en été et en automne, je les rencontrais non-seulement plus abondantes sur ces mêmes petites racines, mais en outre à des profondeurs généralement d'autant plus grandes que la saison était plus avancée. Or cette circonstance ne peut évidemment s'expliquer que par une invasion d'insectes venant de la surface du sol et suivant le collet pour aller s'établir d'abord sur les premières racines qu'ils rencontrent dans leur pérégrination souterraine.

» Quelle est la voie que suivent ces individus émigrants pendant leur trajet aérien? Cheminent-ils à ciel ouvert, à la surface des branches et de la souche, ou bien, au contraire, en se tenant cachés dans les galeries étroites recélant les œufs dont ils sont sortis? C'est là un point qui mérite de fixer toute l'attention des observateurs, car des déductions pratiques importantes pourront en découler pour la destruction des parasites pendant cette période de migration qui les met encore à notre portée immédiate.

» Enfin, un dernier point, demeuré jusqu'ici dans une profonde obscurité, me paraît susceptible d'être éclairci par la connaissance acquise aujourd'hui du lieu de dépôt des œufs d'hiver. Je veux parler de l'origine des Phylloxeras gallicoles des feuilles. L'identité de ces insectes avec ceux des racines est aujourd'hui un fait mis hors de toute incertitude par les observations et les expériences de MM. Planchon, Max. Cornu, Signoret, Riley et les miennes; mais on ignore encore de quelle manière ils parviennent sur les feuilles, ainsi que les liens de parenté qui les rattachent aux insectes habitant les racines du même pied de vigne. Or ce lien, à mon avis, n'est autre que l'œuf d'hiver, origine à la fois des individus radicicoles et des individus foliicoles. Déposé sur la partie ligneuse et aérienne du cep, c'est-à-dire à mi-chemin du système foliaire et du système radiculaire, ce lieu marque le point de départ commun des deux sortes d'individus au moment de l'éclosion : tandis que les uns se dirigent vers le bas du cep pour commencer leur existence souterraine, les autres suivent une

marche inverse, gagnent les parties supérieures et parviennent ainsi sur les feuilles. C'est une option qui est laissée, dès la naissance, aux divers membres d'une même famille entre la vie aérienne et la vie souterraine. Ceux qui se sont décidés pour cette dernière sont toujours certains de trouver des conditions qui leur permettent de prospérer et de produire une nombreuse descendance, quelle que soit la nature du cépage. Celle-ci influe, au contraire, beaucoup sur le sort des autres. Si le cépage est convenable, et les vignes américaines sont surtout dans ce cas, ils y montreront une fécondité au moins égale à celle de leurs congénères des racines. Dans le cas contraire, et la plupart de nos cépages indigènes présentent ce caractère, ils ne tarderont pas à périr, sauf de rares exceptions (M. Max. Cornu), ou ne formeront que des galles imparfaites, destinées à être bientôt détruites avec l'insecte qu'elles renferment. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique d'*Amanita muscaria *ou fausse-oronge; phénomènes généraux de l'empoisonnement; effets de ce poison sur les organes de la circulation, sur ceux de la respiration et les troubles de la calorification.* Note de M. **A. Alison.**

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Sédillot, Gosselin.)

« Les expériences ont été faites avec le suc filtré ou l'extrait d'*Amanita muscaria*, ou enfin avec son alcaloïde, la muscarine.

» I. Nous avons entrepris en premier lieu l'étude des phénomènes généraux de l'empoisonnement chez les mammifères, les oiseaux, les batraciens et les reptiles. Aux symptômes habituellement observés, à la suite des empoisonnements ou des expériences physiologiques, nous pouvons ajouter, outre l'hypersécrétion des glandes en général, observée chez les mammifères (Schmiedeberg et Koppe, Prévost) et également notée par nous sur les oiseaux, des phénomènes d'asphyxie manifeste, surtout chez les oiseaux, et enfin des troubles profonds de la calorification.

» II. En second lieu, nous étudions les effets de l'*Am. muscaria* sur les organes de la circulation, d'abord sur le cœur des grenouilles, puis sur celui des mammifères.

» 1° Chez les grenouilles, nous avons tout d'abord constaté, ainsi que MM. Schmiedeberg et Koppe, que, après l'injection sous-cutanée d'une dose suffisante de muscarine, le cœur s'arrête en diastole, ayant conservé son irritabilité musculaire, que cet arrêt disparaît par l'atropine, et que la muscarine ne peut plus produire son effet d'arrêt chez une grenouille préa-

lablement atropinisée. A ces faits nous pouvons ajouter les suivants : des doses très-faibles peuvent produire une légère accélération du cœur; l'arrêt diastolique s'obtient aussi par action locale, en déposant un petit fragment d'extrait sur le cœur, même après la destruction préalable de tout le système nerveux cérébro-spinal; ce même arrêt disparaît, sous l'influence non-seulement de l'atropine (SCHM. et K.), de la digitaline (BOEHM), de la calabarine (PRÉVOST), mais aussi d'un grand nombre d'autres agents (1), air, lumière, excitations périphériques, nicotine, ergotine, hyoscyamine; l'atropine cependant, qui peut rétablir les contractions, même après une ligature portée sur le cœur arrêté en diastole par la muscarine, l'emporte sur tous les autres agents, par suite surtout de ce fait qu'elle peut faire réapparaître les contractions alors que le cœur est arrêté depuis très-longtemps (après vingt-quatre heures, même en hiver), les autres agents n'ayant plus ou ayant épuisé leur action.

» Nous avons aussi étudié le mécanisme probable suivant lequel chacun des agents précités peut réveiller les mouvements du cœur; et, en ce qui concerne l'atropine, nous pensons que cet alcaloïde peut rétablir les contractions, soit en excitant les fibres sympathiques, soit en paralysant les extrémités cardiaques des vagues, soit par ces deux causes à la fois.

» Ajoutons que nous avons observé que, chez une grenouille muscarinisée, l'excitation galvanique des origines du pneumo-gastrique, après décapitation, ainsi que le contact du doigt sur une anse intestinale tirée au dehors, d'après le procédé de Pirogoff, peut également déterminer un arrêt diastolique passager du cœur. Chez une grenouille en état d'atropinisation, on ne peut plus, en employant le même procédé, arrêter le cœur en diastole, comme cela s'obtient chez une grenouille normale.

» Enfin, d'autres Amanites, entre autres l'*Amanita mappa*, quoique produisant des effets analogues à l'*Amanita muscaria*, ne déterminent pas, comme ce dernier poison, l'arrêt diastolique persistant du cœur.

» 2° Chez les mammifères, à faibles doses, l'*Am. muscaria* détermine, non-seulement chez l'homme et le chien (SCHM. et K.), mais aussi chez tous les animaux, lapins, grenouilles, etc., chez lesquels nous avons cherché à la déterminer, une augmentation du nombre des battements du cœur. A doses plus fortes, on obtient, souvent après une période d'accélération, une diminution progressive des contractions, qui disparaît par l'atropine. La pression artérielle s'abaisse rapidement sous l'influence de la muscarine,

(1) Nous avons présenté, à ce sujet, une Note à la Société de Biologie (30 janvier 1875).

mais remonte aussitôt par l'atropine (Sch. et K.). De l'étude des faits et de la discussion à laquelle nous nous sommes livré sur le mécanisme suivant lequel l'*Am. muscaria* produit l'arrêt du cœur, il résulte que, suivant toute probabilité, cet arrêt diastolique tient à la surexcitation des extrémités cardiaques des vagues, coïncidant alors avec une diminution d'activité des fibres sympathiques, qui cependant ne sont point paralysées au moment où survient l'arrêt.

» Nous avons profité de cette donnée pour chercher à éclaircir quelques points relatifs au mécanisme d'action de quelques autres poisons, nicotine, curare, hyoscyamine, sur le cœur des grenouilles.

» Enfin les cœurs lymphatiques de la grenouille continuent de battre malgré la muscarine (Prévost); ils ne reprennent pas leurs mouvements par l'atropine, comme le font les battements du cœur.

» III. En troisième lieu, nous avons étudié les effets produits par l'*Am. muscaria* sur les organes de la respiration, chez les mammifères, les oiseaux, les grenouilles et les lézards.

» Les modifications éprouvées par la respiration sont relatives à la dyspnée surtout, qui est un des principaux symptômes de l'empoisonnement et qui conduit à l'asphyxie et à la cyanose, phénomènes très-manifestes chez les oiseaux et souvent même chez les grenouilles, et au degré de fréquence des mouvements respiratoires. Sous ce dernier rapport, nos expériences sont, en grande partie, confirmatives de celles de Schmiedeberg et Koppe; et l'on peut observer :

» 1° Une augmentation de nombre, puis un retour graduel au chiffre normal (faibles doses);

» 2° Une augmentation suivie d'une diminution (doses moyennes);

» 3° Une diminution progressive jusqu'à l'arrêt définitif (doses toxiques).

» Toutes ces modifications dans l'acte respiratoire peuvent s'observer après la section préalable des pneumo-gastriques, mais disparaissent par l'atropine (Schm. et K.).

» Suivant ces deux auteurs, les mouvements respiratoires disparaissent avant les contractions du cœur. Ce fait est vrai chez les mammifères; mais, chez les batraciens, la respiration survit aux battements du cœur.

» IV. Dans nos recherches sur les troubles de la calorification, nous avons trouvé les résultats suivants :

» 1° Une élévation légère de la température, mais qui n'est pas constante et ne se produit ordinairement qu'une ou deux heures après le début (doses faibles);

» 2° Un abaissement de 1 à 2 degrés, puis un retour vers une température normale (doses moyennes);

» 3° Un abaissement très-prononcé précédant la mort (doses toxiques);

» 4° Enfin le relèvement de la température par l'atropine.

» L'abaissement de température produit par l'*Am. muscaria* et le retour vers la température normale dû à l'atropine sont deux faits très-importants: le premier peut servir pour aider au diagnostic et pour mieux fixer le pronostic dans les empoisonnements déterminés par la *Muscaria*, le second montre que cette substance possède, au point de vue de la calorification comme au point de vue des autres phénomènes généraux de l'empoisonnement, des propriétés antagonistes très-remarquables, qui peuvent servir très-avantageusement, ainsi que beaucoup de nos expériences le démontrent, à combattre les effets toxiques produits par l'*Amanita muscaria*. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les moyens employés pour l'éducation et l'instruction des sourds-muets par la méthode d'articulation.* Mémoire de M. **Magnat**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Blanchard, Gosselin.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie un Mémoire accompagné d'ouvrages imprimés et de tableaux destinés à l'enseignement des sourds-muets.

» Le but que je me propose est d'assimiler, dans la plus large mesure possible, le sourd-muet à l'entendant-parlant, persuadé que ce n'est qu'à cette condition qu'on fera rentrer le sourd-muet dans la grande société humaine.

» J'ai pu m'assurer que la méthode que j'emploie est celle qui fut employée au XVIII^e^ siècle par Jacob-Rodrigues Pereire, et qui fut l'objet d'un rapport de Buffon. Depuis cette époque, cette méthode a été répandue partout, excepté en France, où prévalaient les idées de l'abbé de l'Épée. Pendant longtemps, la méthode d'articulation fut regardée comme une invention allemande, tandis que les procédés de l'abbé de l'Épée constituaient la méthode dite française.

» La Commission nommée par l'Académie des Sciences se composait de Ferrein, Mayran, Grandjean de Fouchy et Buffon rapporteur.

« Ce n'est point d'aujourd'hui, sans doute, lit-on dans le Rapport en » date de juillet 1749, qu'on voit confirmer par l'expérience la possibilité

» d'un art si curieux et si utile..... Mais l'exemple de M. d'Azy d'Étavigny » est le seul dont nous ayons connaissance. »

» Le rapporteur entre ensuite dans quelques détails que l'on retrouve dans l'*Histoire naturelle* de Buffon; il y est dit que « cette édu- » cation, si heureusement commencée, fut interrompue pendant neuf » mois par l'absence du maître, et ne fut reprise qu'au mois de février 1748; » que son instruction est l'œuvre de seize mois d'étude, qu'il a très-bien » répondu, tant par l'écriture que par la parole, à plusieurs questions » qu'on lui a faites par écrit. » Le rapporteur fait connaître en outre les diverses questions faites à un sourd-muet sur l'orthographe, l'arithmétique, les quatre règles, la géographie à l'aide des cartes, etc., et il ajoute :

« On voit même avec surprise que souvent il corrige les fautes que » l'on fait, en écrivant, contre l'orthographe ou contre la syntaxe, qu'il » parle à son gré, haut ou bas, et qu'il fait sentir quelques différences » entre la question et la réponse, entre la prière et le commandement. » Buffon dit encore que l'élève paraît avoir de la vivacité et de l'esprit, et il termine en disant que « le peu de temps que le maître a employé à cette » éducation et les progrès de l'élève sont plus que suffisants pour démon- » trer qu'on peut, avec de l'art, amener tous les sourds-muets de naissance » au point de commercer avec les autres hommes. »

» Le rapporteur mentionne, en outre, un alphabet manuel dont se servait Pereire et pour lequel il ne fait usage que d'une seule main. Cet alphabet, extrêmement simple et expéditif, ne doit pas être confondu avec la réunion des lettres qu'on désigne habituellement sous ce nom. Il sert en même temps à exprimer les mots et les nombres, mais d'une manière rapide et par un choix ingénieux et méthodique de signes, qui est à l'alphabet ordinaire ce que l'écriture est à la sténographie. M. Pereire, ajoute le rapporteur, vise à instruire les sourds-muets au point de comprendre ce qu'on voudra leur dire aux mouvements ordinaires des lèvres et du visage de ceux qui leur parleront... Il se promet de leur faire acquérir toutes les connaissances, excepté les idées pour lesquelles la sensation de l'ouïe est absolument nécessaire.

» Dans ces derniers temps, je fus conduit inopinément à connaître les travaux de Pereire et je ne fus pas peu surpris de constater une étroite parenté entre sa méthode et la mienne. Les rapprochements auxquels je me livrai me confirmèrent dans ma première impression ; la correspondance privée, les écrits de Pereire, tout ce qu'on put recueillir par la tradition,

corrobora mon opinion. C'est grâce à ces rapprochements que je fus conduit à établir entre la méthode de J.-R. Pereire et la mienne que je suis parvenu à déchiffrer, pour ainsi dire, de nombreux manuscrits recueillis par la famille de l'illustre instituteur, et qui, jusqu'alors, étaient restés incompréhensibles. C'est ce qui m'a permis d'affirmer, contrairement à l'opinion générale, que J.-R. Pereire a laissé toutes les pièces qui, coordonnées avec art, constituent sa méthode. Je retrouvai, dans la marche qu'il avait suivie, dans les obstacles qu'il avait dû surmonter, et jusque dans les divisions de son travail et l'alphabet employé, une identité saisissante avec la marche que j'avais suivie moi-même. Ce n'était plus, dès lors, le nom de méthode allemande qu'il convenait de donner à la méthode d'articulation, mais celui de méthode française.

» En cette circonstance comme en bien d'autres, le brevet passant à l'étranger avait perdu sa marque originelle et nous revenait avec une étiquette trompeuse.

» On peut comprendre, par cet exposé préliminaire, les raisons qui m'ont fait invoquer le nom de Pereire et qui m'autorisent à me placer sous la glorieuse égide de Buffon.

» Plus d'un siècle après Pereire, à mon tour j'ai l'honneur de demander à la nouvelle Académie de vouloir bien examiner la valeur et l'excellence des résultats d'une méthode que l'ancienne Académie des Sciences n'avait pas dédaigné d'honorer de son haut et puissant patronage, par l'organe d'un de ses membres les plus illustres.

» La méthode que j'emploie consiste à remettre en état l'organe vocal.

» Il nous faut d'abord faire fonctionner ce qu'on peut nommer la soufflerie, c'est-à-dire les poumons; le volume d'air étant lancé avec force par la poitrine, je parviens à faire vibrer les cordes vocales, ce qui me donne la voix, mais non la voix articulée ou la parole. Ce n'est que la matière première, pour ainsi dire, qu'il faut en quelque sorte modeler à l'aide de la langue, des dents, des lèvres, de toutes les parties de la bouche en un mot.

» Voilà le son produit, mais en quelque sorte un son brut qu'il faut transformer en voyelles en modifiant l'ouverture de la bouche et la disposition des lèvres. Après les voyelles viennent les consonnes, dans l'ordre des difficultés que présente leur articulation, puis enfin les syllabes et les mots. »

M. L. Saltel adresse un Mémoire sur la théorie de l'élimination.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Ed. Lucas adresse un Mémoire sur un nouveau système de Géométrie du cercle et de la sphère.

(Commissaires : MM. Puiseux, Bouquet.)

M. le vice-amiral Choppart transmet à l'Académie deux plis cachetés qui lui ont été adressés de Taïti. Ces plis portent l'épigraphe : « Je renais de mes cendres », et sont destinés au Concours pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. J. Deschamps, G. Le Falher, L. La Selve adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. L. Paget adresse deux Notes, l'une sur une formule d'interpolation et l'autre sur une loi relative aux révolutions sidérales des planètes et à leurs distances au Soleil.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. A. Brachet adresse une Note sur de nouveaux moyens d'étudier la fluorescence.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. Laussedat prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Séguier*.

(Renvoi à la future Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les Ouvrages imprimés de la Correspondance :

1° Le 3e et le 4e volume du « Journal des Actuaires français ».

2° Des « Tables pour calculer la date de la fête de Pâques », par M. *F. Burnier*.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Impossibilité de l'équation* $x^7 + y^7 + z^7 = 0$. Note du **P. Pepin**, présentée par M. Hermite.

« 1. L'impossibilité de résoudre en nombres entiers l'équation proposée, sans égaler à zéro l'une des indéterminées x, y ou z, a été démontrée par Lamé, dans le *Journal de M. Liouville* (tome V, page 195) et simplifiée peu de temps après par Lebesgue (tome V, page 276). En relisant ces travaux remarquables, j'ai trouvé une autre simplification fondée sur la considération de l'équation

$$u^2 = x^4 + 7^3 y^4. \tag{1}$$

» Il est facile de démontrer d'une manière générale qu'on ne peut résoudre cette équation en nombres rationnels, sans égaler y à zéro; mais, pour abréger, nous nous plaçons immédiatement dans les conditions de notre problème, et nous démontrons l'impossibilité de satisfaire à cette équation en attribuant aux indéterminées des valeurs entières, premières entre elles et toutes différentes de zéro.

» Supposons, en effet, qu'il existe des solutions de cette sorte, et considérons immédiatement celles où la valeur de y est le plus petite possible, sans se réduire à zéro. Si nous démontrons que l'une quelconque de ces solutions en fournit une autre où la valeur positive de y est inférieure à sa valeur minimum, l'absurdité de la conséquence nous permettra de conclure à l'absurdité de l'hypothèse.

» D'abord la valeur de y ne peut pas être impaire; car alors la décomposition de l'équation donnerait

$$u \pm x^2 = p^4, \quad u \mp x^2 = 7^3 q^4, \quad \pm 2x^2 = p^4 - 7^3 q^4.$$

» Or, si nous supposons x pair, nous avons la congruence impossible $1 - 7 \equiv 0 \pmod 8$, et, si nous supposons x impair, la dernière équation réduite en congruence, suivant le module 16, devient $\pm 2 \equiv 1 - 23$

(mod. 16), ce qui est également absurde. L'équation (1) n'a donc pas de solution où la valeur de y soit impaire. Posons donc $y = 2^{\alpha} pq$, p et q désignant deux nombres impairs et premiers entre eux. La décomposition de l'équation (1) se fera de l'une des manières suivantes :

$$u \pm x^2 = 2p^4, \quad 2^{4\alpha-1}p^4, \quad u \mp x^2 = 2^{4\alpha-1}7^3q^4, \quad 2.7^3q^4;$$

d'où

$$\pm x^2 = p^4 - 2^{4\alpha-2}7^3q^4, \quad \pm x^2 = 2^{4\alpha-2}p^4 - 7^3q^4.$$

» Comme 7 n'est pas diviseur d'une somme de deux carrés, il faut rejeter le signe inférieur dans ces deux équations. Une nouvelle décomposition donnera donc :

1° $$p^2 \pm x = 2\lambda^4, \quad 2^{4\alpha-3}\lambda^4, \quad p^2 \mp x = 2^{4\alpha-3}7^3\mu^4, \quad 2.7^3\mu^4,$$
$$p^2 = \lambda^4 + 7^3(2^{\alpha-1}\mu)^4, \quad p^2 = (2^{\alpha-1}\lambda)^4 + 7^3\mu^4;$$

2° $$2^{2\alpha-1}p^2 \pm x = \lambda^4, \quad 2^{2\alpha-1}p^2 \mp x = 7^3\mu^4,$$
$$(2^{\alpha}p)^2 = \lambda^4 + 7^3\mu^4.$$

» Ainsi, dans tous les cas, la solution supposée nous fournit une autre solution où la valeur de y est μ ou $2^{\alpha-1}\mu$, tandis que la valeur $y = 2^{\alpha}p\lambda\mu$ était supposée le plus petite possible. Il est donc impossible de résoudre l'équation (1) en nombres entiers, premiers entre eux et tous différents de zéro.

» 2. Admettons en outre les préliminaires exposés, soit dans la Théorie des nombres de Legendre, soit dans le Mémoire cité de Lamé, à savoir que les nombres x, y, z peuvent être supposés premiers entre eux, en sorte que l'équation

$$x^7 + y^7 + z^7 = 0 \tag{2}$$

entraîne les suivantes :

$$\begin{cases} y + z = l^7, & z + x = m^7, & x + y = n^7, \\ x = -l\lambda, & y = -m\mu, & z = -n\nu, \end{cases} \tag{3}$$

si aucun des nombres x, y, z n'est multiple de 7, et les équations

$$\begin{cases} y + z = l^7, & z + x = m^7, & x + y = 7^6n^7, \\ x = -l\lambda, & y = -m\mu, & z = -7n\nu, \end{cases} \tag{4}$$

si l'une des indéterminées z est divisible par z.

» Nous emploierons de plus l'identité donnée par Legendre

$$(5)\qquad \begin{cases} p^7 = x^6 + y^7 + z^7 + 7(x+y)(y+z)(z+x) \\ \qquad\qquad \times [(x^2+y^2+z^2+yz+zx+xy)^2 + pxyz], \end{cases}$$

où p désigne, pour abréger, la somme $x+y+z$.

» 3. D'abord l'équation (2) n'est pas possible à moins que l'une des indéterminées ne soit divisible par 7. Cela résulte de ce que 29 ne peut être la somme de trois septièmes puissances sans diviser l'une d'elles. En effet, si aucune des indéterminées x, y ou q n'est divisible par 29, on pourra déterminer deux nombres α, β, de manière à vérifier les congruences

$$x \equiv \alpha z, \quad y \equiv \beta z \pmod{29},$$

d'où

$$x^7 + y^7 + z^7 \equiv z^7(\alpha^7 + \beta^7 + 1) \pmod{29}.$$

Si le premier membre est divisible par 29, on a

$$\alpha^7 + \beta^7 + 1 \equiv 0 \pmod{29}.$$

Or les résidus de septièmes puissances, pour le module 29, sont ± 1, ± 12.

» On aurait donc, en choisissant convenablement les signes, l'une des congruences

$$\pm 1 \pm 1 + 1 \equiv 0, \quad \pm 1 \pm 12 + 1 \equiv 0, \quad \pm 12 \pm 12 + 1 \equiv 0 \pmod{29},$$

ce qui est manifestement impossible. Nous concluons de là d'abord que le nombre 29 ne peut diviser une somme de trois septièmes puissances sans diviser l'une d'elles, et ensuite que l'équation (2) est impossible si l'une des indéterminées n'est pas multiple de 29.

» Soit z divisible par 29, et supposons que 7 ne divise aucun des trois nombres x, y, z. On déduit des équations (3) $2z = l^7 + m^7 - n^7$, et l'on conclut du principe que nous venons de démontrer que 29 divise l'un des trois nombres l, m ou n; il divisera n, puisque, divisant z, il est premier avec x et y. Or, en substituant $y = n^7 - x$ dans l'équation (1), on obtient l'équation

$$0 = x^7 + (n^7 - x)^7 + z^7 = n^{7.7} - 7xn^{7.6} + \ldots - \frac{7.6}{1.2}x^5 n^{7.2} + 7x^6 n^7 - n^7 y^7,$$

d'où l'on déduit, après avoir divisé par n^7,

$$y^7 \equiv 7x^6, \quad y^7 \equiv 7m^{7.6} \pmod{n}.$$

Or $m^{14} \equiv \pm 1 \pmod{29}$ et $v^7 \equiv \pm 1$ ou $\pm 12 \pmod{29}$. On aurait donc

$$\pm 1 \quad \text{ou} \quad \pm 12 \equiv 7 \pmod{29},$$

ce qui est impossible. L'équation (2) est donc impossible, à moins que l'une des indéterminées ne soit divisible par 7.

» Cette démonstration se déduit, comme cas particulier, de celle par laquelle Legendre a démontré, pour les nombres premiers n inférieurs à 100, que l'équation $x^n + y^n + z^n = 0$ est impossible en nombres entiers tous premiers avec n. »

NAVIGATION. — *Sur la conduite des chronomètres.* Mémoire de M. Rouyaux, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait.)

« Dans un récent Rapport sur la nouvelle méthode de M. de Magnac, M. l'amiral Jurien de la Gravière engageait vivement les officiers de la marine française à se servir de cette méthode, pour établir son degré de précision, par de nombreuses applications, et lever ainsi les derniers doutes que certains esprits entretiennent encore sur la rigueur des recherches chronométriques. Plus de dix-huit mois avant la publication de ce Rapport, étant officier des montres dans les mers de Chine, sur le *Decrès*, j'avais soumis les chronomètres de ce navire à une étude graphique qui a beaucoup de rapports avec celle de M. de Magnac, mais qui me semble plus générale et plus complète, tout en restant de la même simplicité d'application. Cette étude faite sur des différences de marche, et non plus sur des marches directes, acquiert une continuité, une précision et une facilité extraordinaires, tout en utilisant un nombre de données triple ou quadruple. Elle me semble donc très-propre à donner à la théorie, et dans le temps minimum, la consécration réclamée des faits.

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie est l'exposé de cette méthode. Il a été rédigé au mois de juillet 1875 à Shangaï et présenté, dès le mois d'août, au commandant du *Decrès* et à l'amiral commandant la division des mers de Chine. Cette date, dûment constatée, montre qu'il est indépendant des derniers travaux allemands, comme de la dernière brochure de M. de Magnac, bien qu'il renferme des considérations communes et qu'il apparaisse quelques mois après ces publications.

» Pour plus de clarté, je l'ai divisé en deux parties.

» Dans la première partie, je démontre que la différence des marches diurnes de deux chronomètres est régie identiquement par la même loi que les marches directes de ces chronomètres, et par conséquent également propre à faire découvrir cette loi d'abord, et ensuite à contrôler la régularité des marches futures. Je rappelle la manière d'obtenir cette différence par les comparaisons journalières, et j'insiste sur la *nécessité* de joindre l'étude toujours féconde de ces différences à l'étude directe des marches que des inconvénients nombreux et inévitables dans la navigation courante rendent très-souvent stérile. Ainsi, pour cette dernière étude, la période préalable consacrée exclusivement à recueillir un nombre suffisant de données peut atteindre, et atteint souvent une longueur démesurée, parce que les observations ne peuvent se faire que dans les relâches, quand on séjourne une semaine au moins, ou quand la longitude est exactement déterminée; les marches sont ainsi mal distribuées dans l'échelle des temps, et probablement aussi dans l'échelle des températures, parce que les jours passés à la mer sont perdus; elles seront entachées d'erreurs dues à l'observateur, à son instrument, aux circonstances atmosphériques; enfin elles ne seront d'aucune utilité à la mer, si les forces nouvelles qui naissent alors (mouvements du navire, secousses, trépidations de l'hélice) ont une influence sensible sur toutes les montres embarquées, comme cela peut arriver sur les avisos qui ne reçoivent que deux chronomètres, et comme c'est d'ailleurs arrivé sur le *Decrès*. L'étude des différences de marche, au contraire, est exempte de ces inconvénients; ainsi les lacunes sont supprimées et les observations aussi bien distribuées que la campagne le permet, parce que chaque jour fournit les valeurs simultanées des nouvelles variables; l'habileté de l'observateur, la justesse de l'instrument sont remplacées par l'opération si simple des comparaisons; enfin, à la mer, les perturbations anormales se révèlent d'elles-mêmes et peuvent être corrigées et étudiées à part, en laissant voir leur origine et quelquefois leurs lois.

» La deuxième partie est consacrée à l'exposé d'une méthode graphique applicable aux marches diurnes, comme aux différences de marches, et qui n'est au fond que l'interprétation géométrique, aussi complète que possible, du développement de M. Yvon Villarceau. Remarquant que ce développement, entre la marche z, le temps x et la température y, peut être regardé comme l'équation d'un paraboloïde, j'en fais l'étude plane au moyen de certaines sections. Je retrouve ainsi la nature parabolique des courbes isothermes, déjà signalée par M. de Magnac; mais, en outre, je démontre

quelques propriétés nouvelles de ces courbes, qui complètent leur détermination et les lient assez étroitement entre elles. Je prouve d'abord que toutes ces paraboles ont leur axe parallèle à l'axe des marches z; ce qui réduit à trois le nombre de points nécessaires à leur tracé complet, puisque leur courbure au sommet est constante : enfin, dans l'hypothèse généralement admise (et vérifiée sur les chronomètres du *Decrès*) de la petitesse relative du coefficient du terme en xy, je démontre que ces paraboles ont sensiblement leur sommet sur une même parallèle à l'axe des marches et que, dans une période limitée comme la durée d'une traversée, elles peuvent être regardées comme ayant des branches parallèles. Ces caractères facilitent considérablement le tracé de ces paraboles, dès qu'une d'entre elles est connue par trois points préalablement obtenus.

» Au moyen de sections parallèles au plan xy, je démontre que tous les points correspondant à une valeur constante de la marche sont groupés le long d'une section conique, et que toutes les coniques ainsi obtenues sont homothétiques et ont même centre. L'idée des isomarches est, je crois, nouvelle, et il est évident que la considération de ces courbes a exactement la même utilité pratique que celle des paraboles isothermes.

» En outre, je fais observer que, si la marche et la température viennent à varier beaucoup dans un court espace de temps, comme cela arrive dans une traversée rapide en latitude, la courbe des marches devra être une parabole ayant son axe parallèle à l'axe des z.

» Enfin j'examine, au moyen de ces procédés, les résultats fournis par les chronomètres du *Decrès*, pendant une campagne de trente mois, dans une des mers les plus dures du monde, dans la mer de Chine. Je me sers des deux seuls chronomètres que je possédais. Je puis ainsi constater, sur un diagramme fait à très-grande échelle, que, *en rade*, les sections isothermes et isomarches ne s'écartent de la forme théorique de branches de coniques, que d'une manière insignifiante dans la pratique de la navigation, et tout à fait nulle pour les valeurs moyennes de la marche ou de la température. En considérant la durée de la campagne, le service actif fait par le *Decrès* et le nombre énorme d'observations utilisées (plus de 150), je crois que ma méthode fournit une vérification remarquable de la justesse des lois que la formule de M. Yvon Villarceau assigne aux marches diurnes, sous la seule influence de la température et du temps; mais, dans *toutes les périodes de mer*, les isothermes présentent un relèvement, les isomarches un abaissement qui révèlent une accélération dans la différence des marches, que son sens

constant, son absence en rade et une étude plus spéciale m'a permis d'attribuer aux trépidations de l'hélice.

» Je répartissais cette accélération sur mes deux chronomètres en en portant les $\frac{2}{3}$ en accélération sur l'un et $\frac{1}{3}$ en retard sur l'autre. Cette répartition me donnait de bons atterrissages; mais pourtant, et à cause de sa petitesse (de $0^s,2$ à $0^s,9$), je n'oserais affirmer qu'elle fût exacte et que le chronomètre auquel je n'appliquais que $0^s,0$ à $0^s,3$ de correction fût réellement influencé. Je le pense toutefois, et j'appelle la plus sérieuse attention des marins sur cette fonction perturbatrice, qui n'a guère été étudiée jusqu'ici. »

NAVIGATION. — *Solution géométrique du problème de la détermination du lieu le plus probable du navire, au moyen d'un nombre quelconque de droites de hauteur, plus grand que* 2. Note de M. **H. Bertot**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« La solution que nous présentons est celle que M. Yvon Villarceau a annoncée à l'Académie, dans sa séance du 6 mars, et qu'il nous avait invités à chercher, en nous donnant l'énoncé du problème à résoudre.

» Nous poserons d'abord les lemmes suivants :

» LEMME I. — *Étant donnés, dans un plan* (*fig.* 1), *m points, dont* P *est l'un, le centre de gravité* G *de ces points est aussi le point du plan pour lequel la somme* $\Sigma\overline{GP}^2$ *des carrés de ses distances aux points donnés est un minimum.*

» En effet, pour tout autre point A, on aurait, dans le triangle AGP,

$$\overline{AP}^2 = \overline{AG}^2 + \overline{GP}^2 - 2\,AG.GP\cos\widehat{AGP},$$

et, pour l'ensemble des points P,

$$\Sigma\overline{AP}^2 = m.\overline{AG}^2 + \Sigma\overline{GP}^2 - 2\,\overline{AG}\,\Sigma\overline{GP}\cos\widehat{AGP} = m.\overline{AG}^2 + \Sigma\overline{GP}^2;$$

car $\Sigma\overline{GP}\cos\widehat{AGP} = 0$, en vertu d'une propriété connue du centre de gravité. Donc on aurait $\Sigma\overline{AP}^2 > \Sigma\overline{GP}^2$.

» LEMME II. — *Étant données, dans un plan* (*fig.* 2), *m droites, dont* MN *est l'une; le point* G *de ce plan, pour lequel la somme* $\Sigma\overline{GP}^2$ *des carrés de ses distances aux droites données est un minimum, est en même temps le centre de gravité des pieds* P *des perpendiculaires abaissées de ce point sur les droites données.*

» En effet, si le centre de gravité des points P n'était pas en G, il serait

en tout autre point A. Joignons A, G, A, P, et menons AQ perpendiculaire à MN; on aurait, d'après le lemme précédent,

$$\Sigma \overline{GP}^2 = m.\overline{AG}^2 + \Sigma \overline{AP}^2 \text{ ou } \Sigma \overline{GP}^2 > \Sigma \overline{AP}^2,$$

et d'après la *fig.* 2 $\Sigma \overline{AP}^2 > \Sigma \overline{AQ}^2$; par conséquent

$$\Sigma \overline{GP}^2 > \Sigma \overline{AP}^2 > \Sigma \overline{AQ}^2.$$

» Donc $\Sigma \overline{GP}^2$ ne serait pas un minimum, ce qui serait contraire à l'hypothèse; donc G est le centre de gravité des pieds P.

Fig. 1.

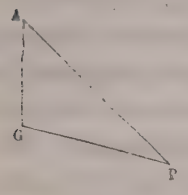


Fig. 2.

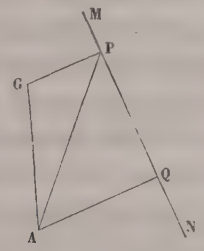
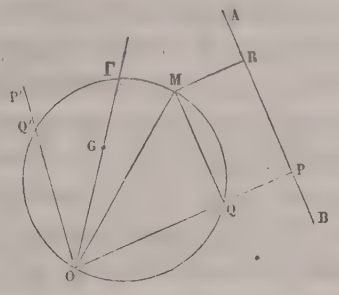


Fig. 3.



» LEMME III. — *Étant donnés dans un plan* (*fig.* 3) : 1° *m droites dont* AB *est l'une, et* 2° *le point* M, *pour lequel la somme des carrés de ses distances aux droites données est un minimum, si d'un point* O *pris dans ce plan on abaisse sur chacune de ces droites des perpendiculaires, telles que* OP *sur* AB, *et que l'on projette le point* M *sur ces perpendiculaires, soit en* Q *sur* OP, *le lieu des points* Q *est une circonférence de cercle décrite sur* OM *comme diamètre, et, de plus, le centre de gravité des points* Q *coïncide avec le centre de gravité des pieds* P.

» En effet, du point M abaissons sur les droites données des perpendiculaires, telles que MR sur AB. En vertu du lemme précédent, le point M est le centre de gravité des points R; donc la somme des projections des lignes MR sur un axe quelconque est nulle. Or on a, d'après la figure,

$$OP = OQ + QP = OQ + MR.$$

» Donc la somme des projections des lignes OP sur un axe quelconque est égale à celle des lignes OQ sur le même axe; donc le centre de gravité des points Q est le même que celui des pieds P.

» *Première remarque.* — Les points Q sont distribués sur la circonférence du cercle dont OM est le diamètre, de telle façon que deux quelconques d'entre eux, Q et Q′, par exemple, comprennent un arc, mesurant un

angle au centre, double de l'angle compris entre les perpendiculaires OP et OP′. Or, ces perpendiculaires étant parallèles aux directions azimutales des astres correspondants, l'arc QQ′ mesure un angle double de la différence des azimuts de ces astres.

» *Deuxième remarque.* — En menant la droite OG par le centre de gravité G, commun aux pieds P et aux points Q, jusqu'à sa rencontre avec la circonférence de cercle décrite sur OM, on détermine sur cette circonférence un point Γ dont la position est définie par la longueur de l'arc QΓ mesurant un angle au centre double de l'angle QOG.

» *Solution.* — La détermination du point M ne dépend donc plus que de la construction d'une figure semblable à la *fig.* 3. A cet effet, sur une circonférence de cercle de rayon quelconque (*fig.* 4), on prendra des points q, q', q'',... et γ, comprenant entre eux des arcs mesurant les angles, ainsi qu'il est dit aux remarques 1 et 2. Ces points seront les homologues des points Q, Q′, Q″,... et Γ de la *fig.* 3. On prendra le centre de gravité g des points q, q', q'',..., homologue du centre G de la même figure. On mènera la ligne γg qui déterminera sur la circonférence la position du point o, homologue de O. Enfin on mènera le diamètre om qui donnera le point m, homologue de M; et le triangle ogm sera semblable au triangle OGM.

Fig. 4.

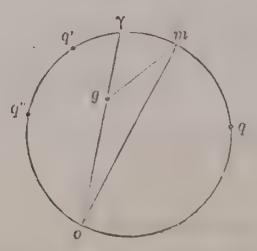
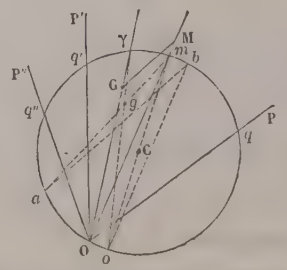


Fig. 5.



» *Règle pratique.* — En résumé, et dans la pratique, on suivra la règle suivante :

» *Les droites de hauteur étant données, les perpendiculaires* OP (*fig.* 5) *abaissées d'un point quelconque* O *sur ces droites étant construites, on déterminera la position du centre de gravité* G *des pieds* P *et l'on tracera la droite* OG. *D'un point quelconque* C *avec* CO *pour rayon, on tracera un cercle qui coupera les perpendiculaires* OP, OP′, OP″,... *en des points* q, q', q'',... *et la droite* OG *en* γ. *On déterminera la position du centre de gravité* g *des points* q, q', q''',.... *On tracera la ligne* γg *qui, prolongée, coupera la circonférence en* o. *On tracera le diamètre* oCm *et l'on achèvera le triangle* ogm, *en joignant* m *et* g. *Enfin, sur* OG, *homo-*

logue de og, on construira le triangle OGM *semblable à ogm. La construction de ce triangle se fera en traçant la droite* O*m*; *en prolongeant la droite mg jusqu'en a, à la rencontre de la circonférence du cercle tracé; en menant ob parallèle à* O*m*; *en traçant la droite ab*; *et enfin, en menant, par le centre de gravité* G, *la ligne* GM *parallèle à ab, jusqu'à la rencontre de la droite* O*m en* M.

» Le triangle OGM ainsi construit est bien semblable au triangle *ogm*; en effet, les angles GOM et *gom* sont égaux, comme étant inscrits dans un même segment de cercle; les angles GMO et *abo* sont égaux, comme ayant leurs côtés parallèles et dirigés dans le même sens; d'autre part, les angles *abo* et *gmo* sont égaux, comme étant inscrits dans un même segment de cercle; par conséquent, les angles GMO et *gmo*, égaux chacun à l'angle *abo*, sont égaux entre eux. Les triangles OGM et *ogm* ont donc leurs trois angles égaux chacun à chacun; ils sont donc semblables.

» Le point M, ainsi déterminé, est donc le lieu le plus probable du navire. »

PHYSIQUE. — *Influence de la température sur l'aimantation.* Note de **M. J.-M. Gaugain.**

« Je me suis occupé déjà de ce sujet il y a quelque temps, et j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de mes recherches, dans une Note qui a été insérée aux *Comptes rendus*, 1er février 1875. Je vais rappeler en quelques mots en quoi consistent ces résultats.

» 1. Si l'on met un barreau d'acier en contact avec le pôle d'un aimant, qu'on détermine, pour un point M du barreau, la valeur du courant de désaimantation à la température ordinaire, et qu'ensuite on chauffe légèrement le barreau avec une lampe à alcool, on trouve que la valeur du courant de désaimantation correspondant au point M est très-notablement augmentée.

» 2. Lorsqu'on laisse refroidir le barreau en le laissant en contact avec l'aimant, l'aimantation ne rétrograde pas, elle éprouve même un faible accroissement.

» 3. Quand le barreau est revenu à la température ordinaire, il suffit d'en éloigner l'aimant pendant quelques instants, pour faire disparaître une partie de l'accroissement d'aimantation résultant du chauffage; quand le contact est rétabli entre l'aimant et le barreau, on ne retrouve plus la même aimantation totale qu'avant la rupture du contact.

» Je vais exposer maintenant les nouveaux faits que j'ai constatés.

» 4. Lorsqu'au lieu de chauffer très-modérément le barreau d'acier mis en contact avec l'aimant, comme je l'ai fait dans mes premières recherches, on élève graduellement sa température, jusqu'à ce qu'il prenne la teinte bleue, on constate que l'aimantation grandit d'abord, atteint un maximum, puis subit une rétrogradation. Dans une série d'expériences où j'ai opéré sur un barreau de $0^m,24$ de longueur et de 10 millimètres de diamètre, j'ai constaté que, lorsque l'une des extrémités de ce barreau était mise en contact avec le pôle d'un aimant, l'aimantation totale du point milieu était représentée, à la température ambiante, par le nombre 41,6. Lorsque le barreau a été graduellement échauffé, j'ai trouvé que cette aimantation prenait successivement les valeurs suivantes : 44, 51, 55,2, 52, 52,8, 52,1, 50, 48,5, 48, 48.

» 5. Lorsque le barreau, après avoir été fortement échauffé, reste en contact avec l'aimant pendant toute la durée du refroidissement, l'aimantation totale augmente, à mesure que le barreau se refroidit; et, lorsqu'il est revenu à la température ambiante, elle conserve une valeur très-supérieure à celle qu'elle avait avant le chauffage du barreau. Dans la série d'expériences que j'ai citée tout à l'heure, la valeur de l'aimantation totale a été 63,2 après le chauffage, tandis qu'elle était auparavant 41,6 seulement.

» 6. Nous avons vu tout à l'heure (4) que, lorsque la température du barreau dépasse une certaine limite, son aimantation totale, au lieu de continuer à croître, diminue : on pourrait croire, d'après cela, que l'aimantation du barreau, ramené à la température ordinaire, diminue également lorsque la température à laquelle est porté le barreau s'élève au delà de la limite dont je viens de parler; j'ai constaté qu'il n'en est pas ainsi : l'aimantation totale du barreau, ramené à la température ordinaire, est d'autant plus grande que le barreau a été plus fortement chauffé, autant du moins que l'on reste au-dessous de la température qui donne à l'acier la teinte bleue.

» 7. Lorsque le barreau est revenu à la température ordinaire, il suffit, comme je l'ai dit (3), de supprimer pendant quelques instants le contact de l'aimant et du barreau, pour faire perdre à celui-ci une partie de l'accroissement d'aimantation qui résulte du chauffage, mais on ne lui en fait perdre qu'une partie; même après une interruption du contact, l'aimantation totale reste plus forte qu'avant le chauffage, et j'ai constaté dans un grand nombre d'expériences que son accroissement est, au moins approximativement, égal à l'accroissement de l'aimantation permanente.

» Dans toutes les expériences dont je viens d'exposer les résultats, on a

développé l'aimantation en mettant l'une des extrémités du barreau en contact avec le pôle d'un aimant; mais j'ai constaté que les résultats restent absolument les mêmes, lorsque, pour aimanter le barreau, on introduit l'une de ses extrémités dans une bobine parcourue par un courant.

» Les nouveaux faits que je viens de signaler ne peuvent plus s'expliquer d'une manière aussi simple que ceux que j'avais précédemment fait connaître (nos 1, 2, 3) : on peut se rendre compte de ces derniers, comme je l'ai indiqué, en ne considérant que les variations de la force coercitive qui résultent des variations de la température; lorsque celle-ci s'élève, la force coercitive diminue et l'aimantation doit augmenter, si l'on suppose que la force aimantante et la force moléculaire antagoniste conservent sensiblement les mêmes valeurs entre les limites de température que l'on considère; lorsque le barreau vient à se refroidir, la force coercitive augmente; mais, comme c'est une force passive, elle ne peut pas imprimer aux molécules du barreau un mouvement inverse de celui qu'elles ont exécuté pendant le chauffage. L'aimantation acquise doit donc persister, et nous avons vu (n° 2) qu'en effet il n'y a pas de rétrogradation pendant le refroidissement : ce fait de la non-rétrogradation me paraît caractériser la force coercitive; car, si cette force n'existait pas, que les molécules fussent exclusivement sollicitées par des forces actives, l'aimantation serait la même pendant le chauffage et pendant le refroidissement, lorsque le barreau passerait par les mêmes températures.

» Pour rendre compte des faits nos 4, 5 et 6, il me paraît indispensable de recourir à d'autres considérations. Pour expliquer le fait n° 4, il suffirait d'admettre que la force aimantante diminue, lorsque la température s'élève au delà de certaines limites, et c'est un point généralement admis; mais, pour rendre compte des faits nos 5 et 6, il me semble nécessaire d'introduire une nouvelle hypothèse qui consiste à admettre que, lorsque les couches superficielles d'un barreau d'acier sont assez échauffées pour qu'elles ne puissent plus s'aimanter notablement, elles permettent aux couches plus profondes qui ne s'aimantaient pas du tout à la température ordinaire de recevoir une certaine aimantation. Cette hypothèse admise, les faits nos 5 et 6 se trouvent expliqués; l'aimantation totale du barreau, après le refroidissement complet, est d'autant plus grande que le barreau a été plus fortement échauffé, parce que le nombre des couches qui prennent part à l'aimantation augmente avec la température; les couches superficielles, d'après l'hypothèse admise, ne s'aimantent pas sensiblement

tant que le barreau est fortement échauffé ; mais elles reçoivent l'aimantation quand le barreau est suffisamment refroidi, et cette aimantation s'ajoute à celle des couches profondes.

» Si l'on admet que la force aimantante, exercée par le courant d'une bobine sur un barreau d'acier, va en diminuant lorsque la température du barreau s'élève au delà d'une certaine limite, on ne peut guère se refuser à admettre que réciproquement l'action inductrice, exercée par le barreau sur le circuit fermé d'une bobine qui l'entoure, doit également diminuer quand la température croît au delà de la même limite. Lors même que, dans ce cas, l'orientation des molécules serait invariable, le courant de désaimantation doit donc diminuer, et, comme c'est ce courant qui me sert à mesurer l'aimantation, cette aimantation doit elle-même subir une diminution apparente. Cette variation de la force inductrice doit contribuer, pour une certaine part, au décroissement de l'aimantation constaté pendant le chauffage (4), et à l'accroissement constaté pendant le refroidissement (5); cette même variation peut aussi expliquer d'autres faits que je me propose de discuter dans la suite de ce travail. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une roche intercalée dans les gneiss de la Mantiqueire (Brésil)*. Note de M. **H. Gorceix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Au milieu des gneiss qui constituent la partie la plus importante de la Serre de la Mantiqueire, dans la province de Minas-Geraès, j'ai rencontré une roche se rapprochant de l'épidote et sur laquelle j'ai pu faire quelques études au laboratoire de Minéralogie et de Géologie dépendant de l'École des Mines d'Ouro-Preto.

» Cette roche se présente en amas assez considérables près du tunnel de Pedro-Alvès, sur le chemin de fer de Pedro II, au milieu de gneiss très-riches en mica noir et où sont intercalées des couches de diorite stratiforme.

» Elle a l'aspect d'un grès friable, formé de grains de grosseur variable à angles aigus, présentant encore quelques faces cristallines, qui ne permettent guère que des mesures approximatives.

» L'homogénéité de la roche n'est altérée que par quelques petites poches remplies d'ocre jaune, et, dans sa composition, il ne paraît entrer qu'un seul minéral, sauf peut-être quelques petits grains de quartz infusibles.

» Sa densité à 24 degrés est de 3,40; elle fond facilement sans bouillon-

nement en une scorie noire dont la densité, notablement inférieure, est de 2,86. Sa dureté est comprise entre 6 et 7 (1).

» Les grains les plus volumineux, taillés grossièrement, ont permis d'apercevoir dans la lumière polarisée une des hyperboles, et, d'après les quelques mesures d'angles, je regarderai ces cristaux comme appartenant au système du prisme oblique à base rhombe (2).

» Réduite en poudre, la roche est en partie attaquée à chaud par l'acide chlorhydrique; après fusion, elle fait gelée avec l'acide azotique.

» Plusieurs analyses, ne présentant que quelques différences dans les proportions de fer et d'alumine, ont donné pour composition de la roche :

Silice	38,5
Alumine	25,1
Chaux	23,2
Protoxyde de fer	10,4
Magnésie	traces.
Perte au feu	2,6
Total	99,8

» Les quantités d'oxygène de la silice, de l'alumine et des protoxydes seraient alors dans le rapport de 7 : 4 : 3. Cette composition et les différentes propriétés du minéral qui constitue la roche me le font considérer comme une épidote où le fer se trouverait en partie à l'état de protoxyde. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à deux critiques de M.* Faye; par M. **H. Hildebrand Hildebrandsson.**

« L'année dernière, M. Faye a critiqué devant l'Académie les résultats auxquels j'étais arrivé dans un Mémoire sur les courants supérieurs de

---

(1) Les grains séparés de la masse fondent avec un bouillonnement plus ou moins marqué. (*Dx.*)

(2) De petits cristaux à faces brillantes, à arêtes un peu émoussées, m'ont en effet offert, comme forme dominante, la combinaison des faces a^1, h^1, p de l'épidote, avec les incidences :

	Observé.	Calculé.
ph^1 *adj*	115°20′	115°27′
pa^1 sur h^1	63°40′	63°52′
h^1a^1 *adj*	128°25′	128°25′

A travers h^1 et a^1 on voit, au microscope polarisant, un système d'anneaux excentré, dont l'hyperbole est bordée intérieurement par du bleu, extérieurement par du rouge, pour la compensation négative obtenue à l'aide d'une lame de quartz. Le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'axe de la zone ph^1a^1. (*Dx.*)

l'atmosphère; récemment, après avoir contesté l'exactitude de mes observations sur la trombe de Hallsberg, il résume ses propres théories.

» M. Faye désirait voir mes recherches poursuivies sur une plus grande échelle; ce souhait se réalise. En effet, un grand nombre de directeurs des établissements météorologiques établis en Europe m'ont offert des observations sur les mouvements de cirrhus : nous en recevons tous les mois. La discussion de ces documents confirme les résultats de mon premier essai.

» Quant à ma relation de la trombe de Hallsberg, M. Faye dit qu'il est évident que ce n'est qu'avec une idée préconçue que j'ai interprété les faits recueillis et que j'ai laissé de côté les faits les plus significatifs. A l'appui de cette accusation, M. Faye remarque que M. Larsanderson, qui était dans la forêt au moment de la catastrophe, raconte qu'une masse de nuages venant du sud s'abaissait subitement: « Ainsi, dit M. Faye, tout au rebours des » conclusions de M. Hildebrandsson, qui déclare la trombe ascendante, on » la voit *descendre*. » Mais un vent du sud, par exemple, peut souvent souffler plus tôt à Londres qu'à Paris. Ainsi, un mouvement ascendant peut très-bien commencer à une certaine hauteur et se propager vers le sol. En tout cas, il est bien naturel que la condensation de la vapeur d'eau commence dans les parties les plus hautes, et par conséquent les plus froides. M. Faye oublie que de nombreux observateurs à Hallsberg ont vu « les » nuages planer tranquillement au-dessus de la trombe ».

» M. Faye pense que les arbres des bords de l'espace fauché sont tombés en dedans, parce que les parois verticales de la tranchée formaient un obstacle bien capable de limiter les angles de la chute; « mais il y avait là, dit-il, en effet, plus de 900 arbres couchés par terre dont l'auteur ne » parle pas, sans doute parce qu'ils n'offraient plus la même régularité et » qu'ils gisaient dans toutes les directions. »

» Au contraire, *ils offraient tous la régularité la plus surprenante*. Ils gisaient l'un auprès ou au-dessus de l'autre, comme le blé coupé par la faux. Précisément à cause de cette régularité, j'ai pensé inutile d'insérer dans la planche la direction de chaque arbre; mais j'ai mesuré à plusieurs endroits la direction des arbres fauchés et j'ai indiqué ces directions par des lignes pointillées. Du reste, les sommets des arbres les plus proches avaient leurs sommets courbés et pliés *en dedans*. Les débris des maisons ont partout été jetés *en dedans* vers la trajectoire du centre; deux poiriers, à Stora Hesselberg, *placés sur un endroit tout à fait libre*, gisaient de la même manière.

» A la fin de sa Note, M. Faye résume ses théories en sept thèses. Ces théories nous semblent en opposition avec les faits les mieux constatés par

l'étude des cartes synoptiques pendant vingt ans ou depuis l'organisation de la météorologie télégraphique à l'Observatoire de Paris. Selon M. Faye, les mouvements gyratoires à axe vertical se produisent dans l'atmosphère aux dépens des inégalités de vitesse des grands courants horizontaux. Ils sont toujours descendants; ils suivent le fil du courant supérieur et leur étude nous fait connaître la marche des courants supérieurs de l'atmosphère. Dans un autre Mémoire, M. Faye donne (1) des cartes représentant la marche des courants supérieurs au-dessus de toute la surface terrestre. Sur l'hémisphère boréal nous trouvons le courant supérieur nommé le *contre-alizé*, dirigé du sud-est au nord-ouest; dans la zone tempérée, il tourne vers le nord-nord-est et enfin, dans les régions polaires, il y a un mouvement gyratoire de l'ouest à l'est autour du pôle.

» Nous voudrions connaître les observations sur lesquelles cette représentation des vents supérieurs est fondée. Selon M. Faye, le contre-alizé est dirigé du sud-est; au contraire, les savants et les marins sont unanimes pour déclarer qu'il est dirigé du sud-ouest sur l'Atlantique et même de l'ouest sur les Antilles.

» Dans ces régions, les cyclones se dirigent, en effet, du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire *perpendiculairement* à la direction des courants supérieurs. En Europe, les observations des mouvements des cirrhus sont jusqu'ici très-rares. Toutefois les nombres trouvés confirment mes résultats. En effet, les cartes de M. Buchan, représentant les isobares pour chaque mois et pour l'année, montrent qu'il existe en moyenne un minimum sur la partie boréale de l'Atlantique et sur la mer de Glace, au nord de la Scandinavie.

» On voit que les cirrhus vont, en s'éloignant de ce minimum, moins en Angleterre et plus en Suède. Les dépressions se meuvent en général vers le nord-est, ou à peu près *perpendiculairement* à la direction moyenne des courants supérieurs sur nos contrées. Enfin, selon M. Faye, les courants supérieurs et les trajectoires des bourrasques doivent, à des latitudes élevées, présenter une concavité vers le pôle. C'est l'inverse qui a lieu. Déjà, en 1870, M. Mohn (2) a constaté que les bourrasques parvenues au nord de l'Europe s'abaissent généralement vers l'est et le sud-est dans l'intérieur du continent.

» Chaque tourbillon est, selon M. Faye, « un phénomène général,

(1) *The Nature*, 1875.

(2) *Atlas des tempêtes*. Christiania, 1870.

» semblable, mécaniquement, aux tourbillons de nos cours d'eau, et c'est » à tort, dit-il, que certains météorologistes ont cherché à leur substituer » leurs idées favorites de tempêtes centripètes. »

» Nous nous permettrons de fixer l'attention sur les *faits* suivants :

» 1° *Il est rare que la forme des isobares soit circulaire.* Ils sont souvent irréguliers, à l'ordinaire d'une forme allongée. Pour 203 tempêtes, en Amérique, M. Loomis (1) a trouvé récemment les rapports suivants entre le plus grand et le plus petit diamètre : en 55 pour 100, $\frac{3}{2}$: 1; en 30 pour 100, 2 : 1; en 9 pour 100, 3 : 1; et en 4 pour 100, 4 : 1; en 2 pour 100, le rapport n'est pas indiqué.

» 2° L'examen des cartes synoptiques montre que l'air se *meut en spirale vers le centre d'un minimum;* cela résulte de la loi de M. Buys-Ballot, loi fondamentale de la Météorologie moderne. En Europe, l'angle du vent avec le rayon est 60°–80°.

» Selon M. Faye, le vent doit au contraire *diverger* dans la partie antérieure d'une bourrasque, la direction observée résultant des mouvements de rotation et de translation.

» 3° *La partie antérieure et la partie postérieure d'une bourrasque sont tout à fait différentes,* en sorte que le passage du centre amène un changement brusque dans tout le caractère du temps (2), ce qui s'explique si le mouvement de l'air a aussi une composante dirigée en haut, car alors il faut que d'autre air afflue sans cesse des régions différentes.

» Tous ces faits sont en contradiction avec les idées de M. Faye. »

M. **F. Plateau** adresse une Note sur ses droits de priorité relativement à l'étude de la digestion chez les Insectes.

M. **E. Macé** adresse une Communication sur l'emploi de la boussole.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

---

(1) *Results derived from an examination of the U.-S. weather mays* (*American Journal of Sciences and Arts,* 1074-76).

(2) Mohn, *loc. cit.* — Hildebrandsson, *Études sur quelques tempêtes* (*Actes de la Société royale des Sciences et des Belles-Lettres,* à Gothembourg, 1871). — Voyez aussi *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique de France,* 1870, p. 189.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mars 1876.

(suite.)

Minutes of proceedings of the institution of civil Engineers, with other selected and abstracted papers; vol. XLII, session 1874-75; part. IV. London, 1875; in-8° relié.

Transactions of the american philosophical Society, held at Philadelphia, for promoting useful knowledge; vol. XV, new series, part II. Philadelphie, Henry C. Lea, 1875; in-4°.

Proceedings of the american philosophical Society; vol. XIV, n° 94. Philadelphie, 1875; in-8°.

United-States exploring expedition during the years 1839, 1840, 1841, 1842, *under the command of Charles Wilkes, U. S. N.;* vol. XV; *The geographical of animal and plants; by* Ch. Pickering. Boston, Little, Brown and C°. London, John Murray, 1854; in-4°.

Proceedings of the Boston Society of natural History; vol. XIII, XIV, XV, XVI, 1869-1874. Boston, 1871-1874; 4 vol. in-8° reliés.

Proceedings of the Boston Society of natural History; vol. XVII, part I, II. Boston, 1874-1875; 2 liv. in-8°.

Jeffries Wyman. *Memorial meeting of the Boston Society of natural History;* october 7, 1874. Boston, sans date; br. in-8°.

Historical notes on the earthquakes of new England, 1638-1869; *by* William T. Brigham. Boston, 1869; in-4°. (Extrait des *Memoirs of the Boston Society of natural History.*)

Memoirs of the Boston Society of natural History; vol. II, part I, number II, III; part II, number, I, II, III, IV; part III, number I, II, III, IV, V; part IV, number I. Boston, 1872-1875; 12 liv. in-4°.

First annual Report of the commissioners of State-Parks of the State of New-York. Albany, Weed, Parsons and C°, 1874; br. in-8°.

Report of the topographical Survey of the adirondack wilderness of New-York, for the year 1873; *by* Verplanck Colvin. Albany, Weed Parsons and C°, 1874; in-8° relié.

Twenty-third annual Report of the president, treasurer, and librarian of the mercantile Library Association of San-Francisco, 1875. San-Francisco, Bacon and C°, 1876; in-8°.

Bulletin of the United-States geological and geographical Survey of the territories; Bulletin n^os^ 2, 3, second series. Washington, Government printing office, 1875; 2 liv. in-8°.

Catalogue of the publications of the United-States geological Survey of the territories, F.-W. HAYDEN. Washington, Government printing office, 1874; br. in-8°.

Monthly Report of the Department of Agriculture, january and february 1876. Washington, Government printing office, 1876, br. in-8°.

The american ephemeris and nautical Almanac, for the year 1878. Bureau of navigation. Washington, 1875; in-8°.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the institution for the year 1874. Washington, Government printing office, 1875; 1 vol. in-8° relié.

Report of the United-States geological Survey of the territories, F.-V. HAYDEN; vol. II. Washington, Government printing office, 1875; in-4° relié.

Memorie del reg. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XVIII, part. III. Venezia, G. Antonelli, 1875; in-4°.

Nuova formula per l'applicazione del sistema metrico da sottoporsi al comitato internazionale residucte in Parigi. Lodi, Cost Dell'Avo, 1876; br. in-8°.

Vantaggi diretti ed indiretti che si potrebbero attendere dalla convenzione di Parigi del 20 *maggio* 1875, *per l'unificazione del sistema metrico.* Lodi, Cost Dell'Avo, 1875; br. in-8°.

Terrenos paleozoicos de Portugal. Sobre a existencia do terreno siluriano no Baixo Alemtejo. Memoria apresentada a Academia real das Sciencias de Lisboa por J.-F.-N. DELGADO. Lisboa, typ. da Academia real das Sciencias, 1876; in-4°.

Observaciones astronomicas hechas en el Observatorio nacional de Santiago de Chile en los años de 1856 *á* 1860; por el D^r^ CARLOS GUILLERMO MOESTA, t. II. Dresde, imp. Teubner, 1875; in-4°. (Présenté par M. Le Verrier.)

OUVRAGES REÇUS PENDANT LA SÉANCE DU 20 MARS 1876.

Journal des Actuaires français; t. III, IV, 1874-1875. Paris, Gauthier-Villars, 1874-1875; 2 vol. in-8° reliés.

Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine. Rapport à M. le Préfet de police sur l'insalubrité des eaux de la Bièvre; par M. POGGIALE. Paris, Boucquin, 1875; br. in-4°.

Expériences faites à la station viticole de Cognac dans le but de trouver un procédé efficace pour combattre le Phylloxera; par MM. MAX. CORNU et MOUILLEFERT, délégués de l'Académie des Sciences. Paris, Imp. Nationale, 1876; in-4°. (Extrait du t. XXV des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Cours d'articulation. Enseignement de la parole articulée aux sourds; par M. MAGNAT. Paris, Sandoz et Fischbacher, 1874; 1 vol. in-12°.

Premier et deuxième livre de lecture; par M. MAGNAT, *d'après la méthode de* J.-R. PEREIRE. Genève, Taponnier et Studer, 1874; 2 br. in-8°.

Citolégie pour les sourds-muets; par S. MAGNAT, Directeur de l'Institution des sourds-muets, à Genève; 10 tableaux. Genève, Taponnier et Studer, sans date.

Album de gravures correspondant à la Citolégie; par M. MAGNAT. Genève, Taponnier et Studer, 1875; in-8°.

VIRLET D'AOUST. *Le niveau moyen des mers du globe.* Paris, typog. Hennuyer, 1875; opuscule in-8°. (Extrait *de l'explorateur géographique et commercial.*)

Ascensions au Popocatepetl et à l'Iztaccihualt (Mexique); par M. VIRLET D'AOUST. Avesnes, imp. Dubois-Viroux, 1875; opuscule in-8°.

Liste des Membres de la Société botanique de France au 1^er^ janvier 1876. Paris, imp. Martinet, 1876; in-8°.

Zur Dreitheilung eines Kreisbogens; von G. SIDLER. Bern, Jent et Reinert, 1876; in-4°.

Il canale di Suez e l'agricoltura italiana. Studj del Prof G. CANTONI. Milano, coi tipi del giornale *Il Sole*, 1876; br. in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. XV, serie terza, Disp. prima, ottava, nona, decima; t. I, serie quinta, Disp. settima, ottava, nona. Venezia, 1869-1875; 7 liv. in-8°.

The great Iowa meteor; by Dr G. HINRICHS. New-York, D. Appleton, 1875; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Topographical Atlas projected to illustrate geographical explorations and surveys West of the 100 *th. meridian of longitude prosecuted in accordance with acts of Congress under the authority of* Hon. Wm. W. BELKNAP, etc. Sans lieu ni date; atlas in-f° oblong.

ERRATA.

(Séance du 28 février 1876.)

Page 521, la courbe pleine forte de la *fig.* 2 (l'Europe) doit être relevée de 6 degrés, tout en restant parallèle à elle-même.

(Séance du 6 mars 1876.)

Page 542, ligne 5, *au lieu de* à la fin, *lisez* à la fois.
» ligne 20, *au lieu de* Annual Rapport, *lisez* Annual Report.
» dernière ligne, *au lieu de* en divisant, *lisez* en le divisant.